



Medio Ambiente

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

- I. **Nombre del área que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT en Chiapas.
- II. **Identificación del documento del que se elabora la versión pública:** manifestación de impacto ambiental ingresada con número de bitácora **07/MC-0065/01/23**.
- III. **Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman:** Partes correspondientes a: Domicilio particular, teléfono, correo electrónico de particulares, Registro Federal de Contribuyentes y nombre del responsable técnico.
- IV. **Fundamento Legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con bases en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; razones y circunstancias que motivaron a la misma: Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Firma del titular del área:**
"Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, fracción XVI, 32, 33, 34, 35 y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Chiapas, previa designación, firma la C. Guadalupe De la Cruz Guillén, Subdelegada de Planeación y Fomento Sectorial".

- VI. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública:**
Versión pública aprobada en la sesión celebrada el **17 de enero del 2025**, número del acta de sesión de Comité: Mediante la resolución contenida en el: **ACTA_04_2025_SIPOT_4T_2024_ART69**.

Disponible para su consulta en:

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2025/SIPOT/ACTA_04_2025_SIPOT_4TO_2024_ART69.pdf

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

ÍNDICE

CAPÍTULO 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	2
1.2. Datos generales del Promovente	4
1.2.1. Nombre o Razón Social	4
1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes	4
1.2.3. Datos del Representante Legal	4
1.2.4. Ubicación (dirección) del Promovente para oír y recibir notificaciones	4
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	4
1.3.1. Nombre o Razón Social	4
1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes	4
1.3.3. Domicilio del Responsable Técnico del estudio.....	5
1.3.4. Número y Libro de Inscripción en el Registro Forestal Nacional.....	5
1.3.5. Copia de Identificación Oficial (Credencial de elector, pasaporte, cartilla del Servicio Militar Nacional o Cédula Profesional).....	5

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Programa General de Trabajo del Proyecto.</i>	3

LISTA DE FIGURA

<i>Figura 1. Macrolocalización del Proyecto.....</i>	1
<i>Figura 2. Microlocalización del Proyecto.....</i>	2

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

1.1. Datos generales del Proyecto

1.1.1. Nombre del Proyecto

"Complejo Industrial Berriozábal"

1.1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto se localiza dentro del Municipio de Berriozábal, el cual forma parte de la Región Socioeconómica denominada "Metropolitana", en el Estado de Chiapas, como se observa en la Figura 1.

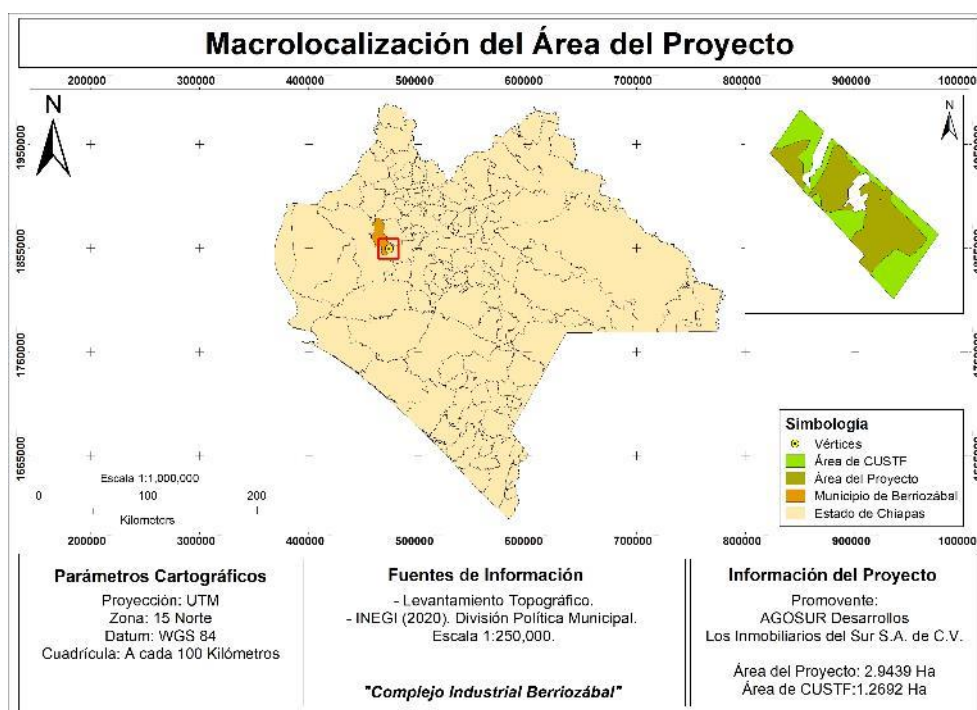


Figura 1. Macrolocalización del Proyecto.

Respecto a las localidades más cercanas, estas son **Río Agua Dulce** (210 m al suroeste), **Rancho Creg** (102 m al noroeste) y **Los Girasoles** (122 m al norte), como se aprecia en la Figura 2; con respecto a su ubicación con la cabecera municipal, se localiza a una distancia de 3.95 km al sureste.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

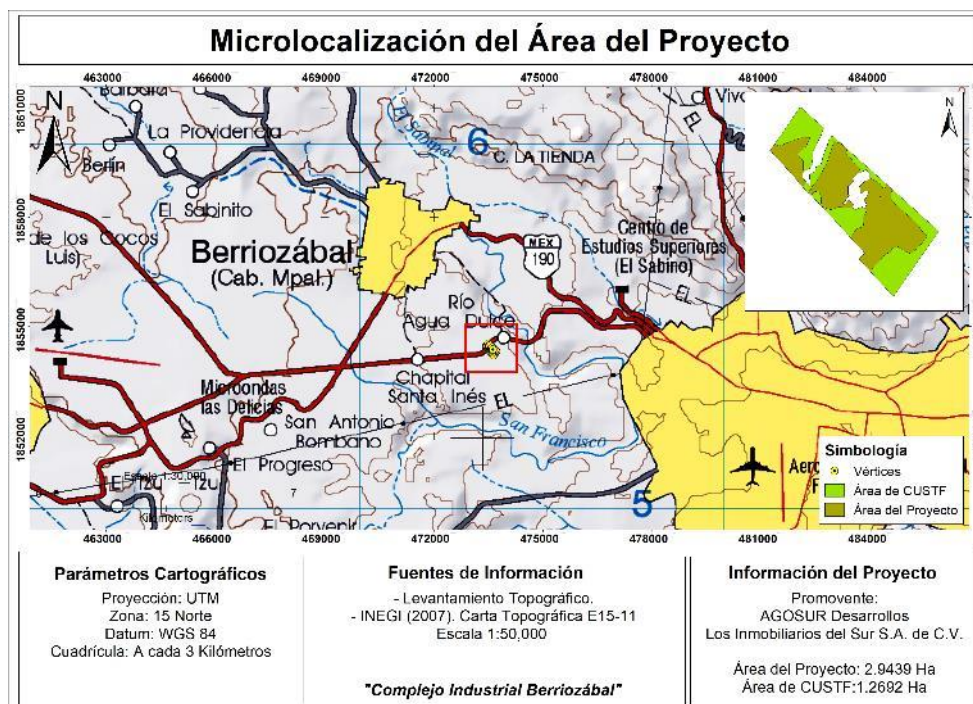


Figura 2. Microlocalización del Proyecto.

1.1.3. Duración del Proyecto

En la Tabla 1 se presenta el **Programa General de Trabajo** que incluye las actividades de CUSTF, conformado por las etapas de Preparación y Abandono de sitio:

Actividades	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapas de Preparación del Sitio												
<i>Actividades por desarrollar antes del CUSTF</i>												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	●											
Rescate y reubicación de Flora y Fauna	●											
Implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Actividades por desarrollar durante el CUSTF</i>												
Rescate y reubicación de Flora y Fauna	●											
Medición, cuantificación y marcado de arbolado a derribar	●	●										
Desmonte y deshierbe de vegetación		●	●	●	●	●						
Derribo y desrame de arbolado		●	●	●	●	●						
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						●	●	●	●			
Despalme de la vegetación									●	●	●	●

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Actividades	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Actividades por desarrollar después del CUSTF</i>												
Reforestación												•
Supervisión Ambiental	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Seguimiento del Programa de Rescate de Flora y Fauna ¹	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Etapas de Abandono del Sitio												
Limpieza general y retiro de maquinaria												•
Etapas de Construcción												
<i>Construcción del Puente</i>												
Delimitación y trazo del puente						•						
Nivelación del terreno						•	•					
Acarreo de materiales de construcción						•	•	•	•	•	•	•
Fabricación y montaje de estructura de acero						•	•	•	•			
Cimbrado y descimbrado						•	•	•	•	•	•	•
Construcción y curado de losas								•	•	•		
Construcción y establecimiento de concreto hidráulico									•	•	•	•
Obras de drenaje										•	•	•
Rellenos											•	•
Limpieza general y retiro de materiales												•
Construcción del complejo industrial ²												►
Etapas de Operación y Mantenimiento												
Operación de las Obras												►
Mantenimiento de las Obras												►
Vigilancia de Programas de Rescate y Reubicación de Flora												►

Tabla 1. Programa General de Trabajo del Proyecto.

¹ Para el seguimiento y mantenimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre se tomará en cuenta un total de **5 años**, para garantizar la supervivencia de los individuos rescatados.

² La construcción del Complejo Industrial se indica para conocimiento, ya que su evaluación le corresponderá a la Autoridad pertinente; a excepción del Puente, ya que es de competencia Federal.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

El proyecto se llevará a cabo en su totalidad en un periodo de 1 año. Sin embargo, las actividades referentes al seguimiento y mantenimiento del *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre* se realizarán en un mínimo de **5 años** a partir de su ejecución.

Asimismo, es importante mencionar que, en cuestión a los permisos para la construcción del Complejo Industrial ante la Autoridad Estatal, estos se tramitarán una vez que el presente estudio haya sido evaluado y autorizado por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

1.2. Datos generales del Promovente

1.2.1. Nombre o Razón Social

AGOSUR Desarrollos Los Inmobiliarios del Sur S.A. de C.V.

Se *adjunta* copia del Acta Constitutiva de la Empresa.

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

Se *adjunta* copia del RFC de la Empresa.

1.2.3. Datos del Representante Legal

C. Reyna Orquídea Rosales Interiano

Se *adjunta* copia del Poder Notarial del Representante Legal.

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

Dirección: [REDACTED]

[REDACTED]

Teléfono: [REDACTED]

Correo Electrónico: [REDACTED]

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

[REDACTED]

Se *adjunta* copia de la credencial de elector del prestador de servicios.

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Se *adjunta* copia del RFC del prestador de servicios.

1.3.3. Domicilio del Responsable Técnico del estudio

Dirección: [REDACTED]

[REDACTED]

Teléfono: [REDACTED]

Correo Electrónico: [REDACTED]

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

Nombre: [REDACTED]

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro CHIS, Tipo UA, Volumen 1, Número 5, Año 14 de fecha 17 de enero de 2014, otorgado por la SEMARNAT Delegación Chiapas mediante Oficio No. DF/SGPA/UARRN/0206/2014.

Teléfono: 961 140 9788

Correo Electrónico: [REDACTED]

Se *adjunta* copia del RFN del prestador de servicios.

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

Se *adjunta* copia de la credencial de elector y Cédula Profesional del prestador de servicios.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL USO O LOS USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

ÍNDICE

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DEL USO O LOS USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO	1
2.1. Información del Proyecto.....	1
2.1.1. Naturaleza del proyecto	1
2.1.2. Objetivo(s) del nuevo uso propuesto.....	1
2.1.3. Justificar porque los terrenos son apropiados al nuevo uso	2
2.1.4. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondientes, los cuales deberán estar georreferenciados y expresados en coordenadas UTM.....	2
2.1.5. Inversión requerida.....	14
2.2. Características particulares del Proyecto.....	14
2.2.1. Dimensiones del proyecto	14
2.2.2. Preparación del sitio y construcción.....	14
2.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	43
2.2.4. Obras asociadas al proyecto	43
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	44
2.2.6. Operación y mantenimiento.....	56
2.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	56
2.2.8. Cronograma de actividades del proyecto	56
2.2.9. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.....	58
2.2.1. Residuos	59

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Coordenadas UTM del Predio Rústico.</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Coordenadas UTM del Área del Proyecto.</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Coordenadas UTM del Puente Vehicular.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 4. Coordenadas UTM del Área de CUSTF.</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 5. Desglose de Superficies.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 6. Coordenadas UTM del área de reubicación.</i>	<i>26</i>

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 7. Cronograma de Actividades para Supervisión Ambiental.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 8. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 9. Cronograma de Actividades del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna. ..</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 10. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11. Fórmulas para la estimación de volumen.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 12. Número de árboles totales a remover en el área sujeta a CUSTF.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 13. Número de arbustos totales a remover en el área sujeta a CUSTF.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 14. Número de hierbas totales a remover en el área sujeta a CUSTF.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 15. Número de especies no maderables totales a remover en el área sujeta a CUSTF.</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 16. Volumen de especies maderables a remover en el área sujeta a CUSTF.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 17. Concentrado de árboles y volúmenes a remover en el área de CUSTF.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 18. Programa General de Trabajo del Proyecto.</i>	<i>58</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Macrolocalización del Proyecto.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Microlocalización del Proyecto.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Ubicación del Predio Rústico donde se encuentra el Proyecto.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4. Ubicación del Área del Proyecto.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5. Ubicación del Puente Vehicular.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 6. Ubicación del proyecto con respecto a delimitaciones hidrográficas.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 7. Ubicación del área de CUSTF.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8. ANP Federales cercanas al Proyecto.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 9. ANP Estatales cercanas al Proyecto.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 10. RTP cercanas al Proyecto.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 11. RHP cercanas al Proyecto.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 12. RMP cercanas al Proyecto.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 13. AICA cercana al Proyecto.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 14. Ubicación del área de reubicación.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 15. Ejemplo de trazo Tres-Bolillo.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 16. Sistema de cepa común.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17. Diseño de unidades de muestreo para selvas.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 18. Sitios de muestreo en el Área de CUSTF.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 19. Ejemplo de variables de medición dasométricas.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 20. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de CUSTF.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 21. Ejemplo de curvas de acumulación de especies.</i>	<i>49</i>

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Curva de acumulación de especies en el área de CUSTF.</i>	<i>50</i>

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

2.1. Información del Proyecto

2.1.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto consiste en la ejecución del CUSTF en una superficie de **1.2692 Ha** dentro de un área de Proyecto de **2.9434 Ha**, que se encuentran inmersas en un predio rústico propiedad del Promovente, para contar con las condiciones necesarias que permitan la construcción de infraestructura e implementación de equipamiento necesarios para el complejo industrial.

El complejo industrial contará con las siguientes obras:

- **Bodegas:** Contempla dos bodegas industriales, una de 891.0000 m² y otra de 975.1500 m².
- **Patio de maniobras:** Contempla una superficie total de 24,421.2385 m².
- **Vialidades de circulación interna:** Con una superficie total de 2,022.2954 m² en la que se incluye el área del puente vehicular.
- **Estacionamiento:** Con una superficie total de 147.1633 m².
- **Áreas verdes:** Con una superficie total de 790.00 m².

2.1.2. Objetivo(s) del nuevo uso propuesto

Actualmente, la demanda de espacios para el almacenamiento y resguardo de productos es insuficiente a nivel nacional, debido a los precios altos y la dificultad que se presenta en la obtención de bienes y servicios para la población. Por lo que, la implementación de zonas destinadas para el almacenamiento de bienes y productos que satisfagan esta necesidad podría evitar estos problemas, sin embargo, su ejecución no es posible si la capacidad instalada de almacenes presenta insuficiencias.

El Proyecto "Complejo Industrial Berriozábal", con pretendida ubicación en el Municipio de Berriozábal, Chiapas; surge de la necesidad de contar con un espacio apto y adecuado para el almacenamiento y comercialización de productos derivados de la extracción de materiales pétreos. Por lo que, con el presente proyecto, se pretende establecer un complejo industrial, que cuente con el espacio y la infraestructura necesaria para el almacenamiento y la posterior distribución de materiales pétreos.

Para llevar a cabo el Proyecto, será necesario contar con una superficie total de **2.9439 Ha (Área del Proyecto)**, dentro de la cual, se llevará a cabo el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en un área de **1.2692 Ha (Área de CUSTF)**, con el objetivo de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

contar con las condiciones adecuadas para la construcción e implementación de infraestructura necesaria para el complejo industrial.

2.1.3. Justificar porque los terrenos son apropiados al nuevo uso

El Proyecto consisten en la ejecución del CUSTF en una superficie de **1.2692 Ha** dentro de un área de Proyecto de **2.9434 Ha**, que se encuentran inmersos dentro de un predio rústico propiedad del Promoviente.

Los criterios para seleccionar el sitio del proyecto son los siguientes:

- ◆ Propiedad por parte del Promoviente de un terreno con superficie para establecer el complejo industrial.
- ◆ Condiciones geográficas de ubicación.
- ◆ Existencia de proyectos similares en la zona, que se desarrollan de manera armónica con el medio físico.
- ◆ Presencia de vías de comunicación pavimentadas en las colindancias del predio, que permiten un flujo de tráfico rápido hacia varias cabeceras municipales.
- ◆ Facilidad de acceso al sitio del proyecto, lo que reducirá los costos de transporte.

Durante el desarrollo del proyecto se tendrán diversos beneficios socioeconómicos: una vez realizado el CUSTF y contando con los permisos de las autoridades correspondientes, se podrá iniciar las actividades de construcción del complejo industrial, que traerá consigo la generación de empleos temporales y permanentes durante todas las etapas que comprende el desarrollo de este.

Cabe mencionar que, como toda obra civil, involucra la generación de impactos negativos hacia el medio, por las diversas actividades que conlleva, sin embargo, estos serán prevenidos, mitigados y compensados, con una serie de medidas que se abordarán más adelante en el presente DTU-B. Sin embargo, también se generarán diversos impactos positivos, entre los cuales se obtendrán beneficios en las comunidades cercanas, por la generación de empleos a lo largo del desarrollo del Proyecto, potenciando la economía a nivel local y regional.

2.1.4. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondientes, los cuales deberán estar georreferenciados y expresados en coordenadas UTM

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

El Proyecto se localiza dentro del Municipio de Berriozábal, el cual forma parte de la Región Socioeconómica denominada “Metropolitana”, en el Estado de Chiapas, como se observa en la Figura 1.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

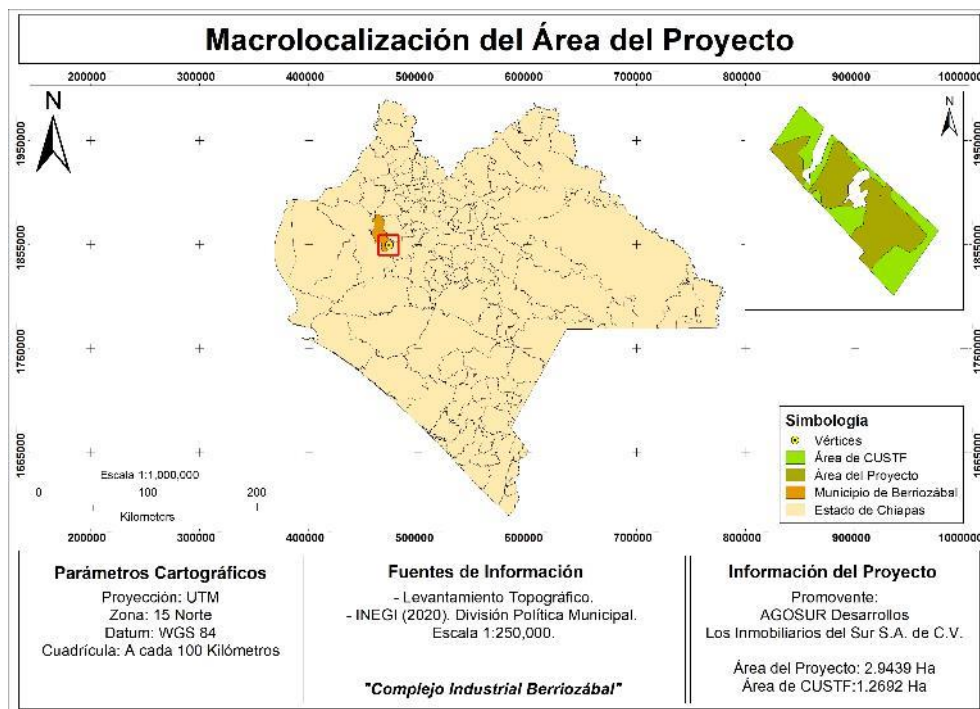


Figura 1. Macrolocalización del Proyecto.

Respecto a las localidades más cercanas, estas son **Río Agua Dulce** (210 m al suroeste), **Rancho Creg** (102 m al noroeste) y **Los Girasoles** (122 m al norte), como se aprecia en la Figura 2; con respecto a su ubicación con la cabecera municipal, se localiza a una distancia de 3.95 km al sureste.

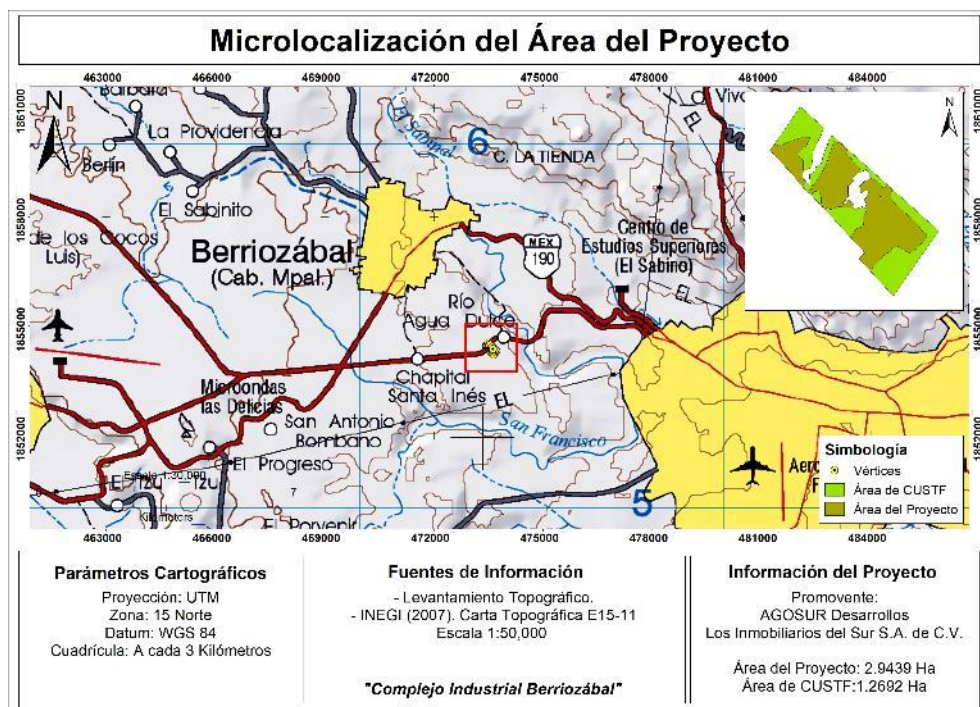


Figura 2. Microlocalización del Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Así mismos, en las siguientes tablas, se presentan las coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 15 N que delimitan el Predio Rústico propiedad del Promovente, el Área del Proyecto, y el puente vehicular:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	473485.643	1854526.096
2	473538.212	1854479.018
3	473587.280	1854435.152
4	473620.969	1854405.036
5	473714.310	1854321.317
6	473639.269	1854213.847
7	473534.302	1854329.001
8	473470.026	1854397.660
9	473428.160	1854443.648
10	473454.470	1854479.767

Tabla 1. Coordenadas UTM del Predio Rústico.

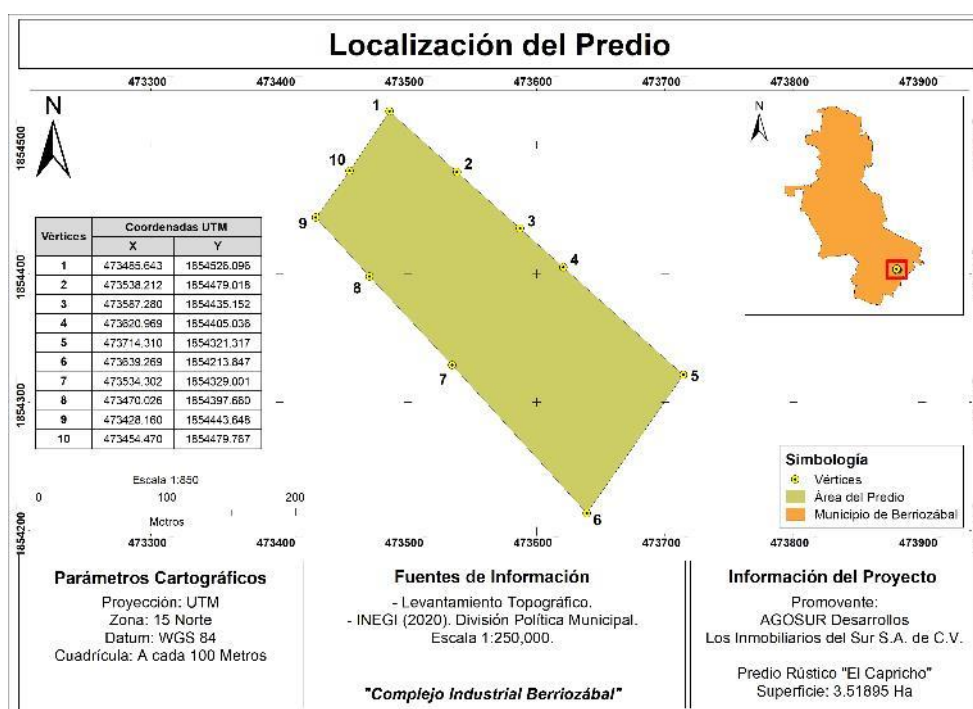


Figura 3. Ubicación del Predio Rústico donde se encuentra el Proyecto.

Vértices	Coordenadas UTM		Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	473538.211	1854479.017	62	473557.850	1854365.270
2	473587.280	1854435.152	63	473561.330	1854367.720
3	473620.969	1854405.035	64	473565.180	1854372.810
4	473691.670	1854341.622	65	473573.580	1854365.960
5	473714.321	1854321.321	66	473571.518	1854360.027

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vértices			Vértices		
Coordenadas UTM			Coordenadas UTM		
	X	Y		X	Y
6	473676.741	1854267.514	67	473576.443	1854357.186
7	473672.161	1854260.955	68	473581.936	1854358.891
8	473639.268	1854213.847	69	473587.902	1854361.270
9	473599.088	1854257.926	70	473591.250	1854359.000
10	473582.407	1854276.227	71	473596.180	1854366.270
11	473592.150	1854285.035	72	473592.822	1854368.541
12	473568.196	1854311.313	73	473591.785	1854373.664
13	473546.140	1854335.510	74	473595.384	1854377.263
14	473524.263	1854358.937	75	473598.698	1854385.218
15	473501.664	1854383.077	76	473597.656	1854387.775
16	473500.933	1854382.394	77	473592.353	1854387.870
17	473481.781	1854402.853	78	473587.713	1854382.851
18	473482.532	1854403.514	79	473586.387	1854383.419
19	473473.319	1854413.553	80	473584.682	1854386.923
20	473457.690	1854430.721	81	473583.640	1854395.257
21	473436.054	1854454.486	82	473591.690	1854403.117
22	473440.829	1854461.040	83	473600.782	1854407.284
23	473454.470	1854479.766	84	473601.113	1854415.996
24	473485.642	1854526.095	85	473594.294	1854422.152
25	473524.523	1854491.276	86	473616.926	1854378.045
26	473519.717	1854478.677	87	473616.754	1854377.924
27	473515.218	1854469.670	88	473616.605	1854377.775
28	473511.070	1854459.410	89	473616.484	1854377.603
29	473506.560	1854452.030	90	473616.396	1854377.412
30	473505.981	1854441.789	91	473616.341	1854377.209
31	473505.324	1854430.173	92	473616.323	1854377.000
32	473501.440	1854424.934	93	473616.341	1854376.790
33	473496.674	1854422.185	94	473616.396	1854376.587
34	473489.263	1854416.541	95	473616.484	1854376.396
35	473489.910	1854410.451	96	473616.605	1854376.224
36	473490.248	1854408.439	97	473616.754	1854376.075
37	473501.586	1854396.328	98	473616.926	1854375.954
38	473501.733	1854396.637	99	473617.117	1854375.866
39	473501.680	1854401.753	100	473617.320	1854375.811
40	473501.383	1854414.535	101	473617.530	1854375.793
41	473505.357	1854416.594	102	473617.739	1854375.811
42	473508.030	1854418.606	103	473617.942	1854375.866
43	473510.954	1854420.622	104	473618.133	1854375.954
44	473511.821	1854427.271	105	473618.305	1854376.075
45	473519.974	1854431.354	106	473618.454	1854376.224
46	473522.071	1854437.722	107	473618.575	1854376.396
47	473522.993	1854442.843	108	473618.663	1854376.587

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Vértices	Coordenadas UTM		Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
48	473524.629	1854447.616	109	473618.718	1854376.790
49	473525.545	1854451.539	110	473618.736	1854377.000
50	473526.989	1854456.138	111	473618.718	1854377.209
51	473530.196	1854461.107	112	473618.663	1854377.412
52	473532.032	1854469.495	113	473618.575	1854377.603
53	473580.326	1854415.996	114	473618.454	1854377.775
54	473571.992	1854408.041	115	473618.305	1854377.924
55	473573.555	1854403.685	116	473618.133	1854378.045
56	473564.795	1854395.162	117	473617.942	1854378.133
57	473564.795	1854381.904	118	473617.739	1854378.188
58	473566.441	1854380.611	119	473617.530	1854378.206
59	473562.530	1854374.720	120	473617.320	1854378.188
60	473558.360	1854369.260	121	473617.117	1854378.133
61	473555.540	1854367.280			

Tabla 2. Coordenadas UTM del Área del Proyecto.

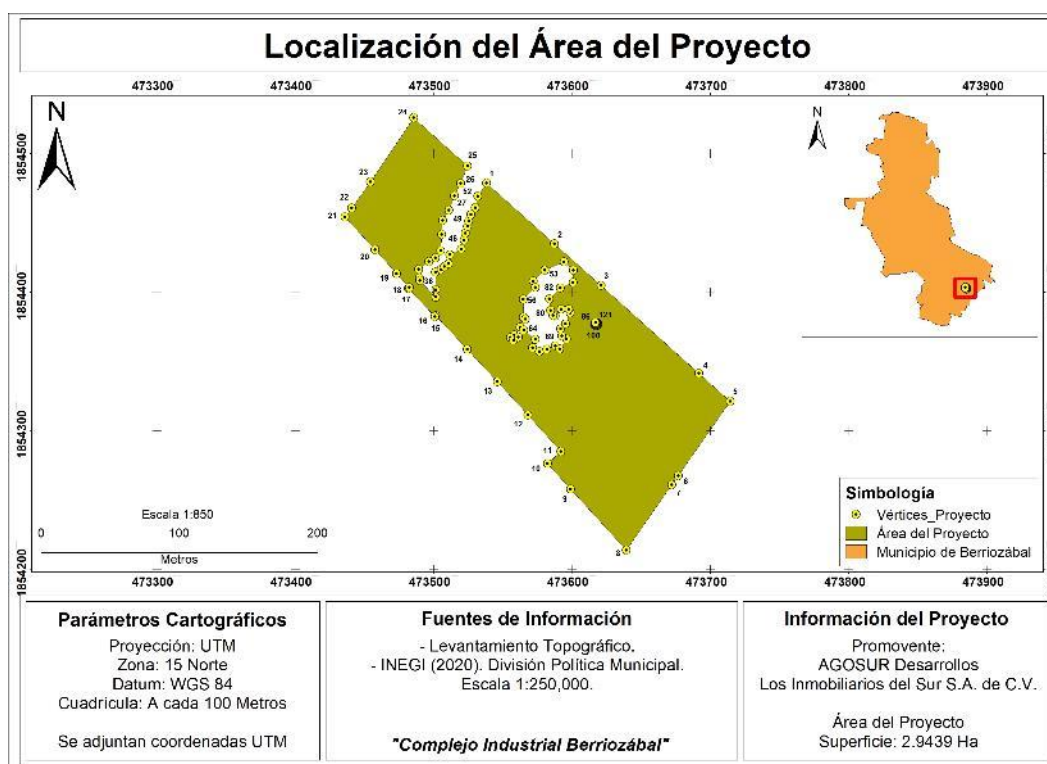


Figura 4. Ubicación del Área del Proyecto.

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	473481.781	1854402.850
2	473482.532	1854403.510
3	473488.351	1854409.000
4	473489.102	1854409.660

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
5	473508.233	1854389.230
6	473507.503	1854388.540
7	473501.664	1854383.080
8	473500.933	1854382.390

Tabla 3. Coordenadas UTM del Puente Vehicular.

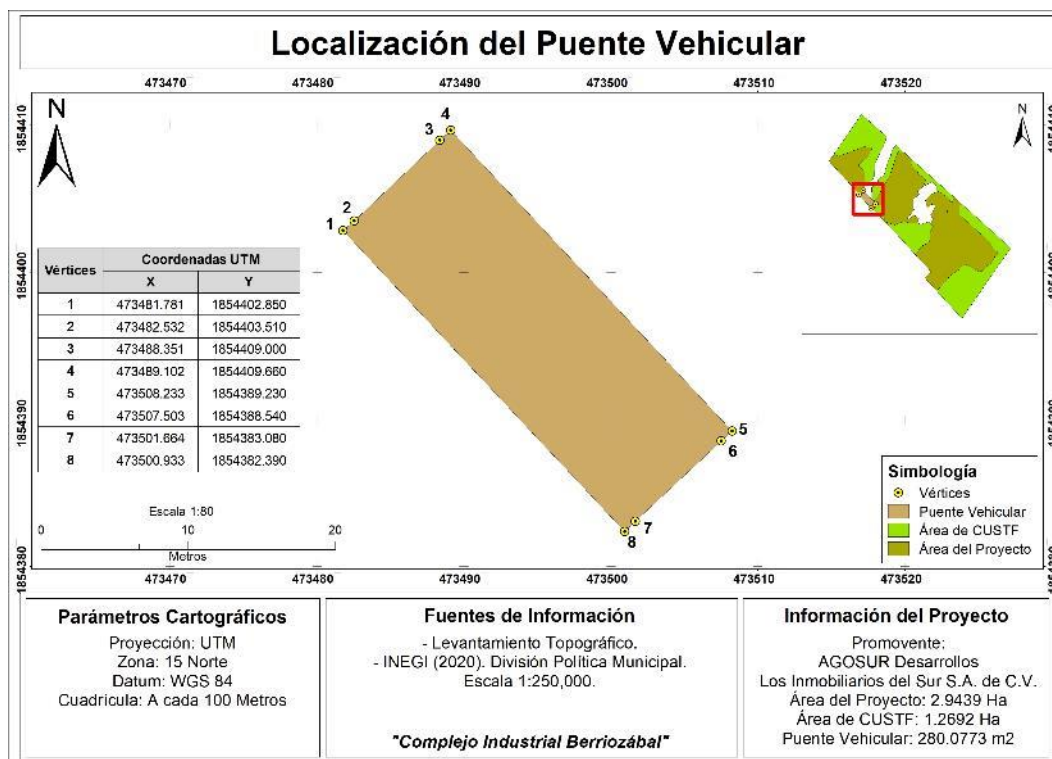


Figura 5. Ubicación del Puente Vehicular.

2.1.4.2. Ubicación en el contexto de la Región Hidrológica (Cuenca, Subcuenca, Microcuenca)

Con base en el ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril del 2010, se localiza dentro de la **Subcuenca RH30Ej “Tuxtla Gutiérrez”**, en la **Cuenca RH30E “Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez”**, que forman parte de la **Región Hidrológica RH30 “Grijalva-Usumacinta”**, asimismo, se encuentra en la **Microcuenca Berriozábal**, como se observa en la Figura 7.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

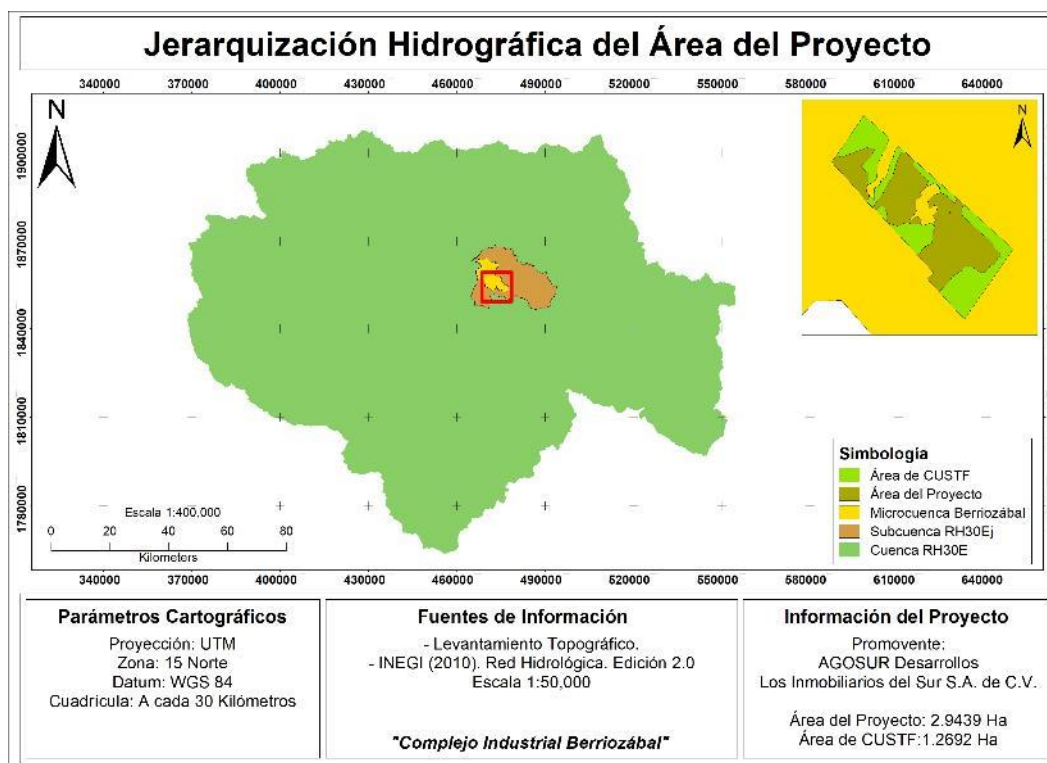


Figura 6. Ubicación del proyecto con respecto a delimitaciones hidrográficas.

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.

El área sujeta a CUSTF, ocupa una superficie de **1.2692 Ha**, y se encuentra delimitada por las coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 15 N que se presentan a continuación:

Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y		X	Y
1	473714.309	1854321.316	47	473592.296	1854349.054	93	473517.000	1854411.000
2	473676.741	1854267.514	48	473590.321	1854345.523	94	473510.000	1854399.000
3	473672.161	1854260.955	49	473590.271	1854342.311	95	473506.735	1854396.565
4	473639.268	1854213.847	50	473590.492	1854335.915	96	473504.064	1854392.262
5	473600.605	1854256.262	51	473589.787	1854331.462	97	473502.735	1854390.120
6	473604.802	1854260.117	52	473587.511	1854327.978	98	473498.758	1854384.718
7	473611.068	1854267.255	53	473582.405	1854326.718	99	473488.134	1854396.067
8	473615.472	1854271.300	54	473579.198	1854324.821	100	473494.000	1854399.000
9	473621.463	1854278.796	55	473574.696	1854320.399	101	473493.453	1854403.553
10	473625.889	1854282.235	56	473572.437	1854316.618	102	473493.252	1854405.231
11	473634.749	1854288.175	57	473569.538	1854311.278	103	473501.586	1854396.328
12	473638.256	1854293.526	58	473569.454	1854309.933	104	473501.733	1854396.637
13	473645.849	1854296.638	59	473568.196	1854311.313	105	473501.680	1854401.753

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM		Vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y		X	Y
14	473649.275	1854293.765	60	473546.140	1854335.510	106	473501.383	1854414.535
15	473654.889	1854291.521	61	473524.263	1854358.937	107	473505.357	1854416.594
16	473659.209	1854288.039	62	473503.914	1854380.674	108	473508.030	1854418.606
17	473666.340	1854285.194	63	473510.117	1854386.791	109	473510.954	1854420.622
18	473670.735	1854286.431	64	473517.000	1854387.000	110	473511.821	1854427.271
19	473677.100	1854291.736	65	473518.881	1854381.059	111	473519.974	1854431.354
20	473679.726	1854296.759	66	473520.639	1854376.804	112	473522.071	1854437.722
21	473684.138	1854298.001	67	473520.232	1854367.021	113	473522.993	1854442.843
22	473688.706	1854304.621	68	473519.717	1854478.677	114	473524.629	1854447.616
23	473690.063	1854308.107	69	473515.218	1854469.670	115	473525.545	1854451.539
24	473692.924	1854309.363	70	473511.070	1854459.410	116	473526.989	1854456.138
25	473695.258	1854313.811	71	473506.560	1854452.030	117	473530.196	1854461.107
26	473690.024	1854317.681	72	473505.981	1854441.789	118	473532.032	1854469.495
27	473684.519	1854324.145	73	473505.324	1854430.173	119	473587.280	1854435.152
28	473681.817	1854329.980	74	473501.440	1854424.934	120	473620.969	1854405.035
29	473676.247	1854335.884	75	473496.674	1854422.185	121	473628.294	1854398.465
30	473667.170	1854343.839	76	473491.674	1854418.377	122	473624.598	1854391.278
31	473636.262	1854371.769	77	473491.000	1854424.000	123	473621.374	1854392.638
32	473635.013	1854380.752	78	473491.000	1854437.000	124	473617.960	1854398.612
33	473636.369	1854386.254	79	473481.000	1854448.000	125	473610.521	1854403.605
34	473640.072	1854387.901	80	473495.000	1854461.000	126	473603.591	1854407.580
35	473691.670	1854341.622	81	473503.000	1854475.000	127	473600.782	1854407.284
36	473522.270	1854361.314	82	473490.000	1854476.000	128	473601.113	1854415.996
37	473536.333	1854356.626	83	473451.000	1854462.000	129	473594.294	1854422.152
38	473550.803	1854361.926	84	473443.576	1854464.812	130	473580.326	1854415.996
39	473557.631	1854359.938	85	473454.470	1854479.766	131	473580.356	1854416.981
40	473571.518	1854360.027	86	473485.642	1854526.095	132	473584.535	1854424.420
41	473576.443	1854357.186	87	473524.523	1854491.276	133	473580.051	1854430.050
42	473581.936	1854358.891	88	473538.211	1854479.017	134	473572.917	1854434.432
43	473587.902	1854361.270	89	473553.827	1854465.057	135	473571.242	1854439.197
44	473591.250	1854359.000	90	473542.000	1854469.000	136	473562.217	1854447.578
45	473595.133	1854355.149	91	473537.000	1854456.000	137	473560.806	1854452.872
46	473594.280	1854352.597	92	473529.000	1854432.000	138	473564.323	1854455.674

Tabla 4. Coordenadas UTM del Área de CUSTF.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

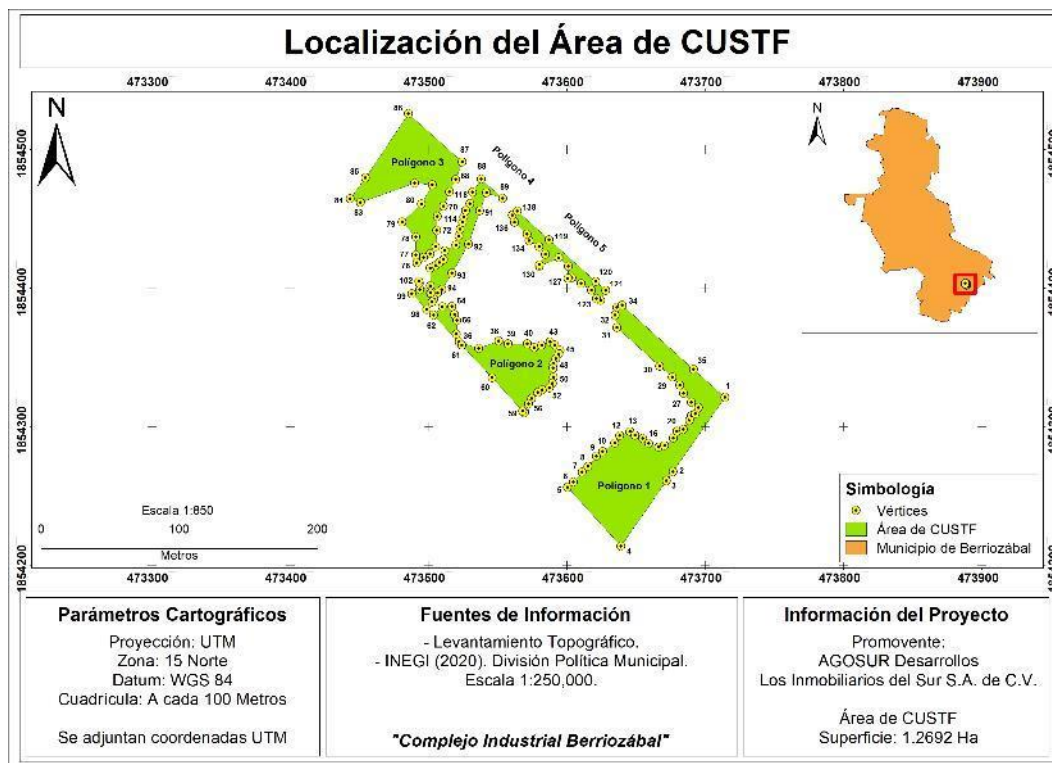


Figura 7. Ubicación del área de CUSTF.

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

2.1.4.4.1. Áreas Naturales Protegidas

2.1.4.2.1.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

Respecto con las ANP de jurisdicción Federal, el Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna, siendo la más cercana a este, el Parque Nacional Cañón del Sumidero, a aproximadamente 11.35 km al este, como se aprecia en la Figura 7.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

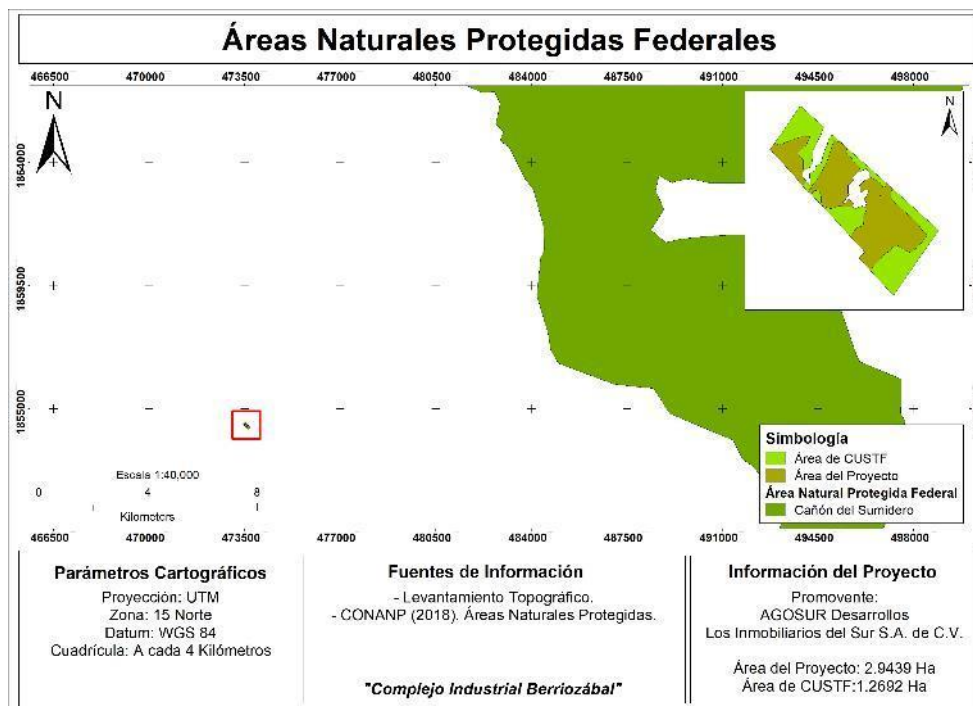


Figura 8. ANP Federales cercanas al Proyecto.

2.1.4.2.1.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

Con respecto a la ANP de jurisdicción Estatal, el Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna, siendo la más cercana a este la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Cerro Meyapac, aproximadamente a 9.93 km al oeste, como se observa en la Figura 8.

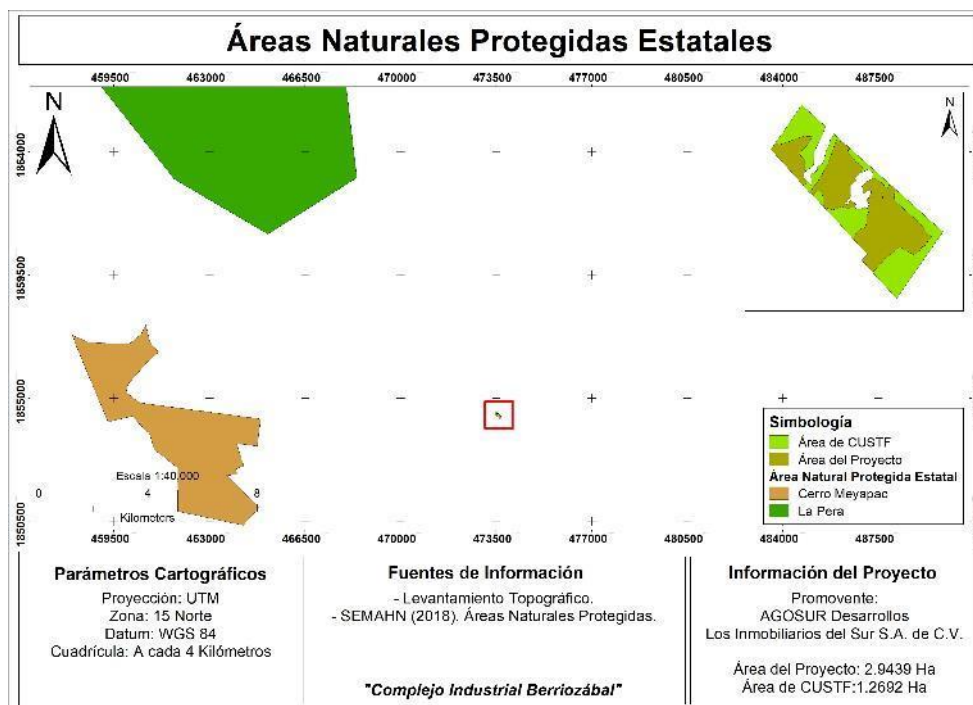


Figura 9. ANP Estatales cercanas al Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

2.1.4.4.2. Regiones Prioritarias para la Conservación

2.1.4.4.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, la más cerca es La Chacona Cañón del Sumidero, aproximadamente a 9.43 km al noreste (Figura 9).

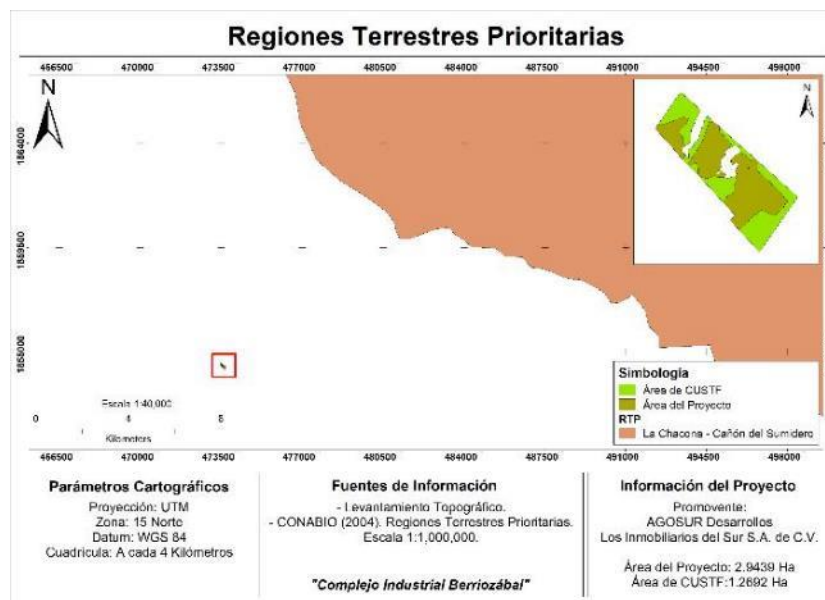


Figura 10. RTP cercanas al Proyecto.

2.1.4.4.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, la más cercana es La Sepultura-Suchiapa, aproximadamente a 4.65 km al sur (Figura 10).

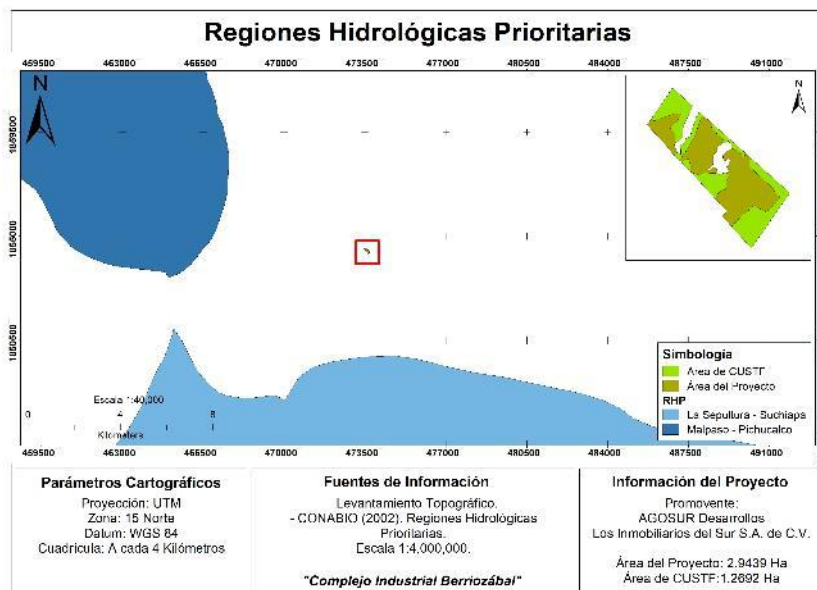


Figura 11. RHP cercanas al Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

2.1.4.4.2.3. Regiones Marinas Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Marina Prioritaria, la más cercanas son Punta Arista y Laguna Mar Muerto, aproximadamente 100 km al sureste (Figura 11).

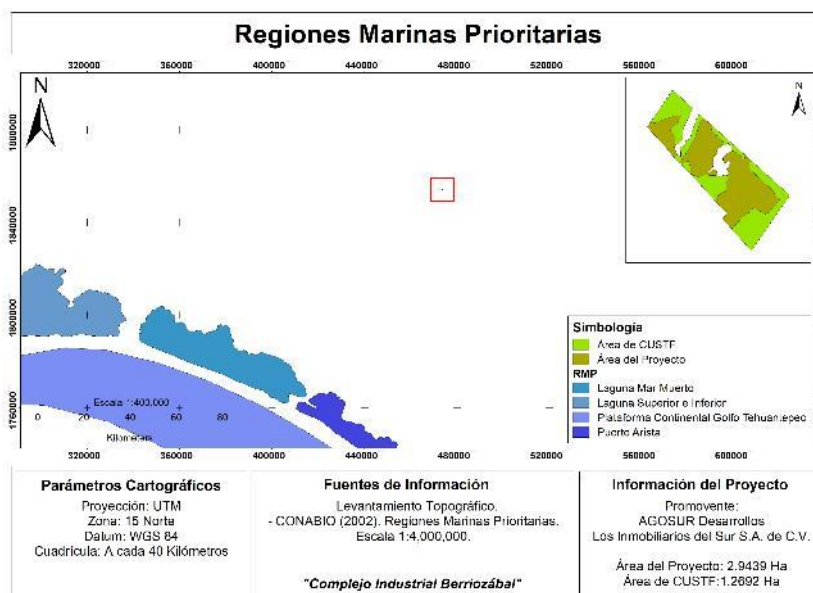


Figura 12. RMP cercanas al Proyecto.

2.1.4.4.2.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El Proyecto **no** se encuentra dentro de algún Área de Importancia para la Conservación de las Aves, la más cercana es el Corredor Laguna Bélgica-Sierra Limón-Cañón del Sumidero, aproximadamente a 7.36 km al noreste (Figura 12).



Figura 13. AICA cercana al Proyecto.

2.1.5. Inversión requerida

Para el desarrollo del Proyecto, se considera una inversión total de 15'000,000.00 de pesos (Quince millones 0/0 M.N.).

2.2. Características particulares del Proyecto

El Proyecto en cuestión, comprende la ejecución del CUSTF, y la construcción, operación y mantenimiento de un puente vehicular, dentro de un área de Proyecto de **2.9434 Ha.**

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

De acuerdo con lo presentado previamente, el Proyecto comprende un área de **2.9439 Ha (Área del proyecto)**, dentro de la cual, se llevará a cabo el CUSTF en una superficie de **1.2692 Ha**, dentro del predio rústico propiedad del Promovente, en cual tiene una superficie total de **3.5189 Ha**, como se desglosa en la siguiente tabla:

Concepto	Superficie	
	Ha	m ²
Predio Rústico	3.5189	35,189.0000
Área del Proyecto	2.9439	29,439.0000
Área de CUSTF	1.2692	12,692.0000
Área restante	0.5750	5,750.0000

Tabla 5. Desglose de Superficies.

2.2.2. Preparación del sitio y construcción

Esta etapa consiste en el acondicionamiento del terreno para que se lleven a cabo las diversas actividades que contempla el Proyecto.

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 del área 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 actividades 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.

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:

- ◆ Identificación del arbolado a derribar.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ♦ Espejeo a una altura máxima de 30 cm a partir de la base del árbol con herramientas manuales (hachas y/o machetes).
- ♦ 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 marqueo 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 **1.2692 Ha** durante un periodo de 1 año.

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

encuentren en cada área de CUSTF, de manera gradual y de acuerdo con las etapas que se han establecido para su realización.

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 despalmar 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 parque logístico y comercial.

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:

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. Manejo Integral de Residuos

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Con el fin de lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos que puedan generarse durante el desarrollo de las actividades del CUSTF, se proponen medidas para el aprovechamiento de los materiales que resulten de las obras del proyecto y que minimicen los riesgos a la población y al medio ambiente.

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 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su manejo.

Para los Residuos de Manejo Especial (RME), como el material de despalme constituido principalmente por materia orgánica, será almacenado en un área 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 pautas 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 despalme y los residuos en forma de polvo deberán mantenerse húmedos para evitar su dispersión dentro y fuera de las instalaciones.

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.

3. Mantenimiento de Maquinaria y Equipo

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.

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.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

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.

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, 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.
- ◆ 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 que al comparar ambos espacios geográficos mantengan una relación de 1:1.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 no resulta viable. 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B “Complejo Industrial Berriozábal”

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:

- I. Huésped en pie, haciendo uso de garrochas o bien, trepando los árboles con apoyo de arneses, y efectuando la extracción de los organismos.
- II. 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Para su acopio y reproducción, se delimitará un vivero temporal, el cual se indica en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Para el caso en específico de recolección de semilla como germoplasma, se tendrá que construir un vivero rústico.

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

en una superficie de **2.00 Ha** dentro de la poligonal de un predio rústico (propiedad de la Promovente), la cual cuenta con zonas con vegetación y sin perturbación por las obras a realizar.

En la Tabla 6 se enlistan las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) que delimitan la zona destinada para lo anterior:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	474484.281	1853903.067
2	474583.841	1853929.052
3	474538.603	1854119.688
4	474439.775	1854089.000

Tabla 6. Coordenadas UTM del área de reubicación.

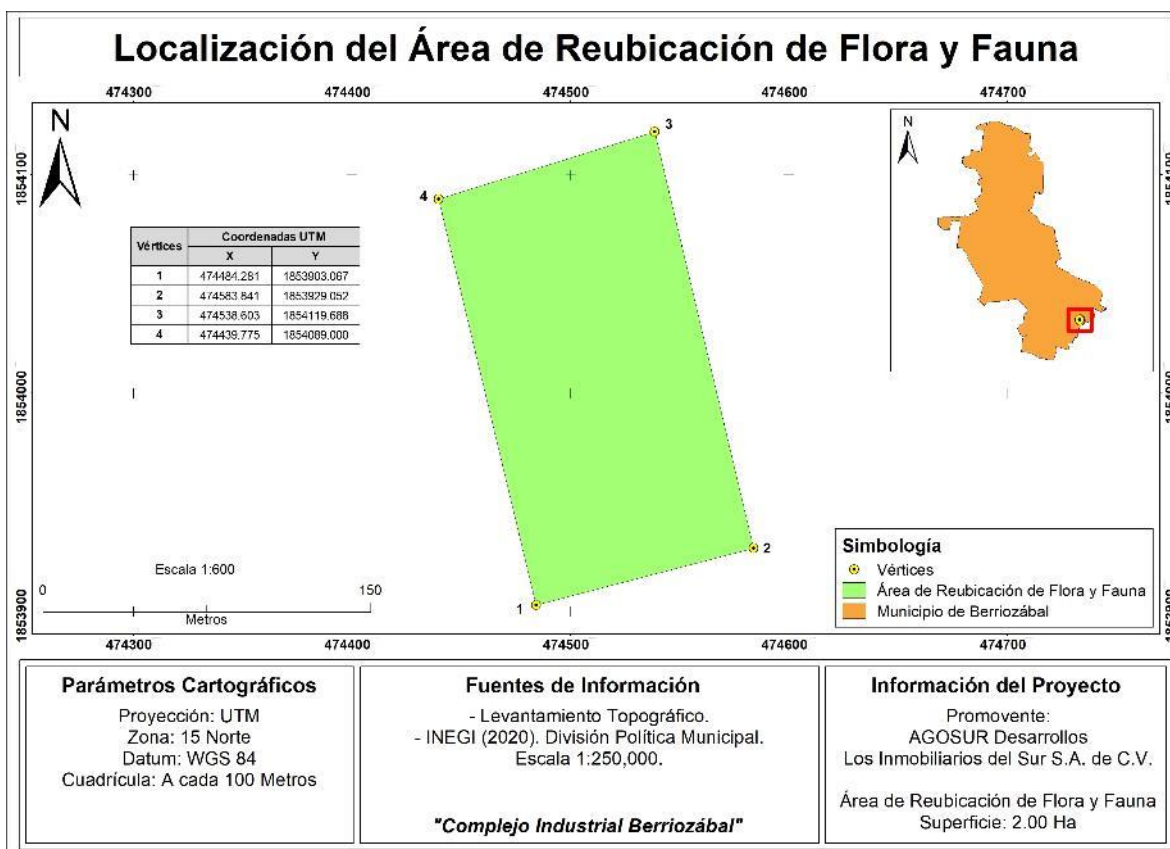


Figura 14. Ubicación del área de reubicación.

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

2.2.2.3.1. Reforestación

2.2.2.3.1.1. Obtención de Plantas

Para obtener los ejemplares para la reforestación, se localizarán los sitios donde se hará el suministro de plantas, por lo que se buscarán diferentes viveros comerciales que produzcan

plantas forestales, ubicados de preferencia en el Municipio de Berriozábal, así como en aquellos registrados por la CONAFOR que se encuentren cercanos al área de reforestación.

La existencia del vivero donde se adquirirán las plantas permite una selección intensiva de las características de estas, se escogerán las que tengan mayor vigor, que estén sanas y tengan una altura promedio de 50 cm.

2.2.2.3.1.2. Transporte de plantas

Una vez localizados los sitios donde serán obtenidas las plantas, estas serán transportadas al punto de reforestación. Esta es una actividad meticulosa que requiere de mucho cuidado para prevenir el maltrato de las especies. De acuerdo con el tipo de contenedor en el cual se presenten las especies, se deben seguir ciertas indicaciones:

Traslado con Envase de Plástico

Cuando las plantas se presenten en un recipiente de plástico existen varias opciones, dependiendo del transporte. De hacerse con camión, deben cuidarse los siguientes aspectos:

- ♦ Al acomodar las plantas en el camión, vigilar que los envases sean de las mismas dimensiones, con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita almacenarlos en varias capas, de preferencia con un máximo de dos niveles.
- ♦ Procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases.
- ♦ Para estibar, se van traspaleando los envases de tal forma que los recipientes de arriba no aplasten a la planta de abajo, cuidando además que el tallo y hojas de las que quedan en la zona inferior no sufran dobleces o quebraduras.

Transporte a Raíz Desnuda

Es una práctica tradicional que requiere de menor esfuerzo, ya que la planta se traslada sin cepellón, con menores costos de transporte y plantación. Sin embargo, se debe tener mucho cuidado, ya que las plantas que se acarrean de esta forma son más susceptibles de sufrir daños en la raíz (dsecación, rompimiento, etc.) a comparación del transporte en contenedores.

Para evitar la desecación es conveniente exponer las plantas, el menor tiempo posible a los efectos del aire y el sol. Una alternativa recomendable es mantenerlas en un medio húmedo hasta su trasplante, por ejemplo: en un contenedor con un sustrato húmedo.

De cualquier forma, que se decida movilizarlas, el proceso debe ser supervisado considerando el máximo cuidado de los especímenes. Al cargarlas y desmontarlas del

vehículo, deben sujetarse del envase, nunca del tallo. Para evitar que las plantas estén expuestas a condiciones ambientales imperantes, los vehículos que las trasladarán deben acondicionarse, como, por ejemplo: cubrir sus techos con malla sombra y procurar trasladarlas de madrugada o al atardecer para evitar las altas temperaturas.

El traslado inadecuado puede disminuir de gran manera la sobrevivencia de las plantas en la ejecución de las actividades de Reforestación.

2.2.2.3.1.3. Preparación del terreno

2.2.2.3.1.3.1. Previo a la plantación

El apropiado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas y actividades orientadas a modificar el sitio hacia una mejor condición de suelo, así como el mejoramiento de sus factores limitantes, para así concentrar los recursos disponibles para favorecer el crecimiento inicial, sobrevivencia y desarrollo posterior de la planta. Para el establecimiento de la reforestación, se ejecutarán las siguientes etapas:

1. Limpia

Es necesario un terreno habilitado y limpio para el establecimiento y crecimiento adecuado de las plantas, por ello debe realizarse una limpieza de las malezas o hierbas que podrían afectar a la reforestación, con el fin de disminuir la competencia. También, se considera la recolección de cualquier residuo que pudiera encontrarse en el área.

El material de las limpiezas (ramas, hojas, etc.) puede acumularse cerca del tallo de los árboles a plantar para mantener la humedad, o implementar cordones de material vegetal muerto como obra de apoyo para disminuir la erosión en el terreno.

2. Preparación del Sitio

En esta etapa se realizan actividades dirigidas al acondicionamiento del área, tales que permitan una mayor retención de agua, que las raíces puedan extenderse y desarrollarse libremente y que promuevan un mayor aprovechamiento de los nutrientes. Se consideran dentro de estas actividades a la construcción de cajetes, zanjas bordo y la apertura de cepas.

Los cajetes de plantación deben tener dimensiones de 40x40x40 cm y se construyen con herramientas básicas como: palas, picos, barretas, cava hoyos, o mecánicas como: martillos neumáticos. El establecimiento de ellos ayuda a la acumulación de suelo que pueda ser arrastrado, así como para el depósito de agua de lluvia en el sitio. Los árboles deben ser plantados inmediatamente después de la excavación del hoyo para que el suelo no pierda su humedad.

2.2.2.3.1.3.2. Ejecución y temporada de la plantación

Es de suma importancia evitar la creación de superficies de vegetación uniformes y simultáneas, que formen un dosel de árboles iguales con un solo estrato, ya que esto hace que la estructura del sitio sea muy artificial y muy vulnerable al fuego y a plagas, además de crear un paisaje monótono (Orozco y Monreal, 1997).

La reforestación se realizará cuando el temporal de lluvias se encuentre bien establecido o en el momento en que la humedad del sitio sea la idónea, con el objetivo de que las plantas tengan un mayor tiempo para desarrollarse antes de que las condiciones pasen a ser más estresantes y limiten su crecimiento (temperaturas extremas y sequías); así como lo recomienda el *Manual de Restauración Forestal y Reconversión Productiva* de la CONAFOR (2015) para material procedente de vivero.

Trazado de la plantación

En esta etapa se establece el número de sitios del terreno donde se llevará a cabo la plantación, así como la ubicación y la forma en la que se trasplantarán los ejemplares. Para llevar a cabo esto, se determina en relación con la topografía del lugar, así como la distancia recomendada para las especies que se utilizarán en la reforestación.

El método de trazado para el llevar a cabo en el presente programa será **Tres-Bolillo** ya que este puede realizarse en terrenos planos o con pendientes poco pronunciadas. Este método de trazado consiste en establecer la plantación formando triángulos equiláteros, donde la distancia entre hileras y filas es la misma; sólo se alterna la proyección del espacio en cada fila subsecuente.

Respecto a la distancia planteada para llevar a cabo la plantación, se propone un mínimo de 3 metros, sin embargo, esta podría variar, de acuerdo con los requerimientos específicos de las especies escogidas para llevar a cabo la reforestación.

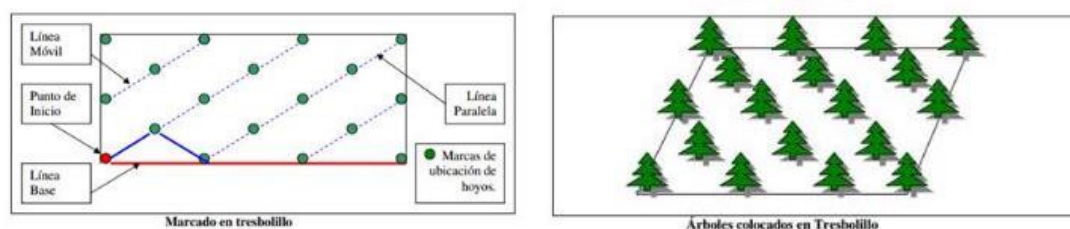


Figura 15. Ejemplo de trazo Tres-Bolillo.

En seguida, se describe el proceso para el cálculo de ejemplares necesarios para el establecimiento de la plantación, de acuerdo con el manual básico de *Prácticas de reforestación* de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2010):

$$Np/ha = \frac{(10,000)}{(d)^2 * 0.866}$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Donde:

Np/ha = Número de plantas por hectárea

D = Distancia entre individuos

0.866 = Constante de tangente trigonométrica

Sustituyendo con los datos de la reforestación, se obtiene lo siguiente:

$$Np/ha = \frac{(10,000)}{(3\text{ m})^2 * 0.866} = 1,283\text{ plantas/ha}$$

Ahora bien, considerando la densidad de 1,283 plantas/ha, este valor se multiplica por la superficie requerida para llevar a cabo la reforestación, lo que permite obtener la cantidad de ejemplares necesarios para llevar a cabo la plantación:

$$Np = (1,283\text{ plantas/ha} * 3.00\text{ ha}) = 3,849\text{ plantas}$$

Por lo tanto, en la superficie de **3.00 Ha** propuestas para llevar a cabo el programa de reforestación, será necesario un total de **3,849 plantas**, utilizando una distancia equidistante de **3 m**.

2.2.2.3.1.4. Plantación

La técnica de plantación propuesta en el presente programa será la de **Cepa Común**, que consiste en hacer una apertura de 40 cm de largo, 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa de tierra de los primeros 20 cm, y al otro lado, la tierra de 20 cm más profundos.

Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Con lo anterior, se prosigue a colocar las plantas en sus espacios designados, manteniéndola en posición vertical con una mano, mientras que con la otra se rellena el resto del espacio con la tierra que fue extraída para conformar los cajetes, distribuyéndola uniformemente, para después compactar la tierra de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo. Es recomendable apisonar ligeramente el suelo, para evitar la proliferación de espacios de aire, evitando así la deshidratación de la raíz de la planta.

Es importante que el cepellón tenga buen contacto con el suelo por todos sus lados y que se plante a una profundidad adecuada, cuidando que los tallos no queden hundidos, y que el sistema de raíces no se encuentre expuesto.

Alrededor del agujero donde se hará la plantación, se debe limpiar a ras de suelo como mínimo a 50 cm a la redonda, con el fin de aminorar la competencia de la plántula contra la maleza.

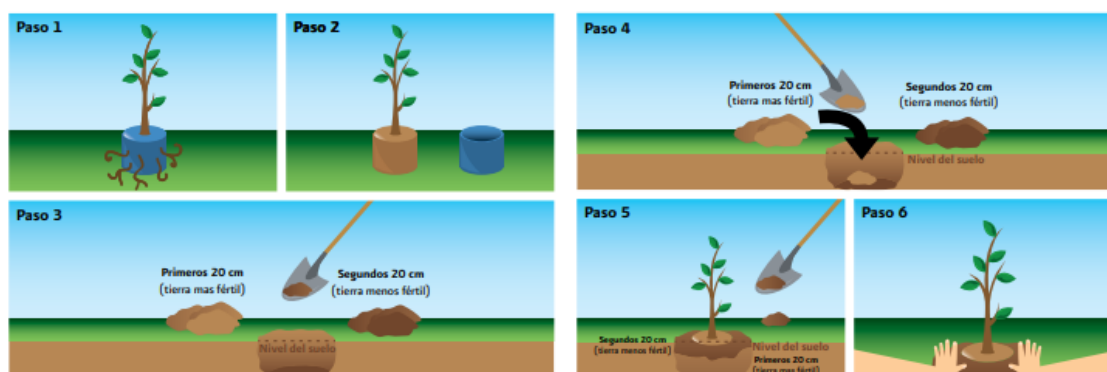


Figura 16. Sistema de cepa común.

En las plantaciones, pueden ocurrir ciertos errores que deben evitarse a toda costa para obtener el éxito de esta, a continuación, se enlistan las más comunes:

- ◆ Buscar que las plantas se siembren a la altura adecuada, si la cepa es muy profunda y el tallo queda muy hundido, se asfixiará; si es poco profunda, las raíces quedarán en la superficie y la planta se deshidratará.
- ◆ Nunca plantar el árbol con la bolsa o el recipiente de plástico que la cubre, ya que esto obstruye el desarrollo y crecimiento de las raíces.
- ◆ Evitar cubrir el tallo con mucha tierra, pues impedirá el acceso del agua.
- ◆ No colocar más de una planta por cepa, dado que ambas podrían lograr establecerse, lo que resultaría en una competencia por nutrientes, provocando un crecimiento lento y poco aceptable.
- ◆ Colocar las plantas en la posición correcta, evitando marcadas inclinaciones que pueden llevar a un crecimiento deforme o a la muerte del espécimen.

Si se tienen en cuenta estas precauciones, se puede garantizar el éxito de la plantación.

2.2.2.3.1.5. Monitoreo y Seguimiento

Acciones y actividades complementarias

Con el objeto de garantizar el desarrollo apropiado de la plantación, es necesario llevar a cabo diversas acciones para su protección de variados factores externos, como el paso de animales o personas ignorantes al proyecto de reforestación. A continuación, se mencionan los aspectos a cuidarse tras la plantación:

- ♦ **Deshierbe:** Debe eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por diversos factores como lo son la luz, agua y nutrientes. Se recomienda realizar el deshierbe solo alrededor de las plantas introducidas y dejar que en los demás sitios las malezas crezcan favoreciendo la recuperación y protección del suelo.
- ♦ **Control de Plagas:** Debe partir del diagnóstico preciso del tipo de organismo que está afectando a la planta y de acuerdo con esto se debe prescribir el tratamiento más adecuado (natural o químico).
- ♦ **Riegos Auxiliares:** Es conveniente realizar riegos auxiliares que permitan a la planta establecerse, evitando así, la pérdida total de la plantación.
- ♦ **Señalización:** Se debe considerar la instalación de señalamientos informativos alrededor de los predios a reforestar, para evitar acciones malintencionadas de posibles transeúntes.
- ♦ **Cercado:** Es recomendable colocar un cercado perimetral en las áreas a reforestar, con el fin de proteger las plantas de agentes externos que puedan dañarlas, como la Fauna Silvestre o ganado que pudiera encontrarse en la zona.
- ♦ **Supervisión:** Con el fin de monitorear y realizar el mantenimiento necesario al sitio de reforestación, se planifican visitas periódicas tras la finalización de la plantación. Durante el primer bimestre se pretende realizar visitas semanales, para luego ejercer visitas bimestrales, en las cuales se llevará un registro de los conteos de las plantas que hayan logrado desarrollarse, si es necesario aplicar un control de plagas, si es necesario el deshierbe o el riego de las especies.

2.2.2.3.1.6. Mantenimiento

2.2.2.3.1.6.1. Indicadores de control y seguimiento

En esta etapa se mencionan los principales indicadores de eficiencia del Programa de Reforestación, siendo estos los siguientes:

- ♦ **Sobrevivencia,** dentro del primer al tercer año de establecimiento de la reforestación.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ◆ Incrementos de diámetro y altura, de las plantas establecidas durante los primeros 3 años.
- ◆ Periodo de adaptación de las plantas establecidas.
- ◆ Resistencia a plagas y enfermedades.

Estos indicadores serán valorados durante la ejecución de las siguientes actividades:

- ◆ Visitas bimestrales durante todo el primer año de establecimiento de la reforestación, en las cuales se evaluarán los indicadores determinados.
- ◆ Muestreos y monitoreo de forma semestral a partir del segundo año de establecimiento de la reforestación.
- ◆ Limpieza de las áreas reforestadas que lo requieran, así como el replante de las fallas detectadas.

De las actividades mencionadas, se generarán los siguientes documentos:

- ◆ Bitácoras de Registro de Campo.
- ◆ Reseña Fotográfica de cada una de las actividades efectuadas.
- ◆ Registro de Supervivencia y Mortandad para cada una de las especies.
- ◆ Informes de los Avances del Programa de Reforestación.

2.2.2.3.1.6.2. Acciones preventivas y correctivas

En caso de que en las visitas posteriores a la reforestación se identifiquen bajas en las especies o un porcentaje de supervivencia menor al establecido (80%), se prevé la replantación de los especímenes necesarios para alcanzar una reforestación que cumpla con el objetivo del programa.

2.2.2.3.2. Supervisión 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 área durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio y CUSTF en mención, con el propósito de evitar las malas prácticas que pongan en riesgo la integridad del medio ambiente.

En la Tabla 7 se exhibe un cronograma de trabajo referente a este apartado.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Supervisión Ambiental												
Bitácora de Actividades	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Informa de Actividades						●						●
Vigilancia y Monitoreo												
Capacitación y Concientización Ambiental	●											
Manejo Integral de Residuos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mantenimiento de Equipos y Maquinaria	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Seguridad e Higiene	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Aplicación de Normas Oficiales Mexicanas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Reforestación	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	●	●										
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Seguimiento de la Reubicación de Flora Silvestre*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Seguimiento y Mantenimiento de la Reforestación			●			●			●			●

Tabla 7. Cronograma de Actividades para Supervisión Ambiental.

2.2.2.3.2.1. 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, 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.

Dependiendo de la ubicación del siniestro y sus dimensiones, el alcance de las acciones descritas en el diagrama previo podrá delimitarse con claridad.

2.2.2.3.2.2. Vigilar el cumplimiento de las actividades

Por medio del registro de las bitácoras y de las visitas al área del proyecto, se corroborará que las actividades se estén ejecutando y se evaluará la efectividad de las medidas de prevención y mitigación hacia los impactos ambientales, para poder elaborar los reportes que requerirá la Secretaría. Para lo anterior, se establecen las siguientes medidas:

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 NOM 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. Se realizará antes de empezar el proyecto y durante el mismo, y se registrará en una bitácora

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, así como del reabastecimiento de combustibles, y el uso de grasas y aceites por máquina.

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:

1. El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
2. 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

3. La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de sustancias peligrosas.
4. La recolección de los materiales peligrosos utilizados.
5. 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.

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.

Asimismo, se colocará señalización vial en los caminos de acceso, con el fin de reducir el riesgo de atropellamiento de la Fauna silvestre que pudiera atravesar dicha vía.

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

1. Estar bien proyectados y contruidos.
2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
3. Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4. 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.*

Cumplimiento: 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.*

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Cumplimiento: 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.

Cumplimiento: 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.**

NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Cumplimiento: 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.

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

REFORESTACIÓN

Considerando que no toda la planta sobrevivirá después de haber sido plantada, es conveniente que en los próximos cuatro años se lleve un programa de reposición de planta (mantenimiento), además de las actividades dirigidas a garantizar la sobrevivencia de las especies reforestadas, para así llevar la masa forestal a condiciones similares a la original. Es así como se contempla la reposición de plantas durante los dos primeros meses después de haber reforestado, estimándose esta en 20%. A partir del quinto año se dejaría de proteger y vigilar la reforestación, puesto que se considera tiempo suficiente para que las plantas se adapten a su nuevo medio y puedan desarrollarse de manera natural.

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:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

1. 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.
2. Adaptación del Trasplante: Observar las condiciones de los individuos, sanidad, turgencia, coloración, etc., para detectar posibles necesidades hídricas con el fin de aplicarles riego.
3. 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.
4. 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 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 8, mismos que se desarrollarán en la fase que corresponda:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 8. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

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.

Cabe mencionar que el seguimiento y mantenimiento del mencionado Programa se llevará a cabo en un mínimo de 5 años para garantizar su efectividad.

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Las actividades de rescate y reubicación de especies iniciarán una semana previa al 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 9 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		●	
Recorrido para ubicar Fauna	●		
Actividades de protección de Fauna			●
Seguimiento			●

Tabla 9. 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

2.2.2.3.2.3. 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.

2.2.3.4. Construcción

A continuación, se describen las actividades de construcción correspondientes al puente vehicular:

Delimitación y trazo del puente

Para la delimitación, se realizarán recorridos en los límites del polígono que forma parte de la superficie donde se llevará a cabo la construcción del puente, 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.

Nivelación del terreno

Esta actividad consistirá en obtener las elevaciones del terreno en estado natural mediante puntos característicos (donde el terreno sufra variaciones notables en cuanto a altura o desnivel). Con esta información se procede a verificar que los niveles de desplante de los elementos de construcción sean los correctos.

Acarreo de materiales de construcción

Consiste en el acarreo de los materiales empleados para la construcción del puente, a un área cercana a donde se llevará a cabo la obra civil.

Fabricación y montaje de estructura de acero

Se fabricará y montarán la estructura de acero de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Se fabricarán vigas de acero en taller de acuerdo a planos, fabricándolas en tramos de 4.00 m aproximadamente cada uno, dejando las provisiones para su unión con soldadura de campo en patio de trabajo de obra.
2. Traslado de vigas, diafragmas y placas de acero al patio de trabajo en obra.
3. Alineado y unión de vigas de acero.
4. Montaje de vigas de acero sobre las placas de apoyo de neopreno-acero.
5. Construcción de diafragmas.

Cimbrado y descimbrado

Consistirá en el emplazamiento de una estructura auxiliar que sirve de molde para sostener provisionalmente la obra, posteriormente, una vez coladas las estructura, se llevará a cabo la remoción de las cimbras empleadas para el molde.

Construcción y curado de losas

Una vez cimbrada la losa sobre los patines de las vigas de acero, se moldeará, armará y colará dejando colocadas con precisión las juntas de dilatación, así como los armados de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

banquetas. Se colocarán los tubos de drenaje pluvial, se colocarán los tubos de aligeramiento de banquetas, se armarán banquetas, guarniciones y base de parapetos, se cimbrarán las banquetas y se colarán, debiendo dejar colocados los pernos de anclaje de los parapetos. Se colocarán las pilastras de parapetos, cuidando su alineación, se colocarán y soldarán los tubos de parapetos cuidando su correcta alineación. Se resanará la pintura donde así sea requerido.

Construcción y establecimiento de concreto hidráulico

Sobre las terracerías compactadas se colocará la capa de base hidráulica con material seleccionado en un espesor, medido compacto, de 30 cm. Sobre la base se construirá el pavimento de concreto hidráulico de resistencia $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de 20 cm de espesor.

Obras de drenaje

Las obras de drenaje conllevan la construcción de las cunetas en las secciones transversales rematando estas con un lavadero construido en cada acceso al puente.

Relleno

Para el tránsito de caminos y vehículos dentro del complejo, se rellenarán las zonas niveladas con pavimento y carpeta asfáltica.

Limpieza general y retiro de materiales

Una vez concluidas las actividades de la Etapa de Construcción, se iniciarán las labores de abandono de sitio, las cuales involucran el retiro de equipo y maquinaria, así como la limpieza general, y retiro de residuos o materiales resultante de las labores previas en el área del Proyecto.

Construcción del complejo industrial

Durante esta actividad, se llevará a cabo todas las acciones pertinentes para la construcción del complejo industrial. Cabe mencionar que esta actividad se le hace de conocimiento a la SEMARNAT, ya que su evaluación le corresponderá a la Autoridad pertinente.

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. Obras asociadas al proyecto

Por la naturaleza del proyecto, al ser un complejo industrial contará con las siguientes obras asociadas:

- **Bodegas:** Contempla dos bodegas industriales, una de 891.0000 m^2 y otra de 975.1500 m^2 .

- **Patio de maniobras:** Contempla una superficie total de 24,421.2385 m².
- **Vialidades de circulación interna:** Con una superficie total de 2,022.2954 m² en la que se incluye el área del puente vehicular.
- **Estacionamiento:** Con una superficie total de 147.1633 m².
- **Áreas verdes:** Con una superficie total de 790.00 m².

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 7°, 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 de muestreo

Para estimar el volumen de las materias primas forestales a remover debido al **Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (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.

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, siguiendo el criterio 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, en el cual se proponen sitios conglomerados, que se encuentran integrados por unidades de muestreo secundarias. De acuerdo con el Manual, al tratarse de vegetación de Selva Baja Caducifolia, se emplearon sitios de muestro rectangulares de 400 m² para árboles, de 12.56 m² para arbustos y de 1 m² para hierbas, como se observa de en la representación gráfica de la Figura 17.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

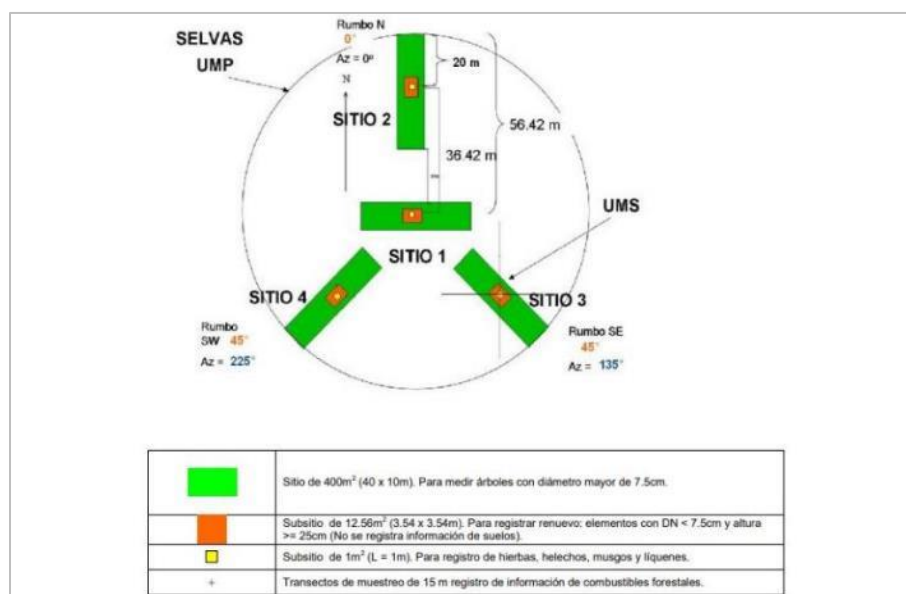


Figura 17. Diseño de unidades de muestreo para selvas.

Dentro del área de CUSTF se registraron todos los individuos que presentaron en los diferentes estratos. Los datos fueron capturados y analizados con el programa Microsoft Excel (2007) para Windows.

- a) En los sitios de 400 m² se mide y registra el arbolado cuyo diámetro normal (DAP) a la altura de 1.3 m sobre la superficie del suelo, sea igual o mayor a 5 cm.
- b) 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.
- c) 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.

En la Tabla 10 se muestran las coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 15 N correspondientes a los centroides de los sitios de muestreo:

Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	473475	1854482
5	473542	1854354
7	473642	1854258
8	473689	1854331
9	473571	1854339
10	473648	1854237
11	473676	1854283

Tabla 10. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

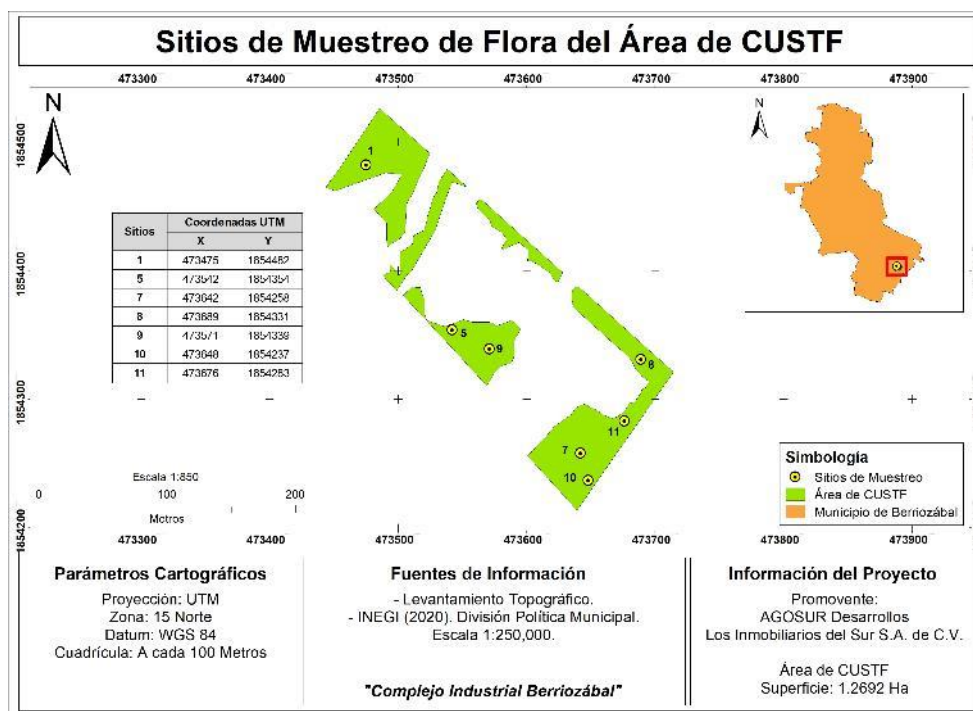


Figura 18. Sitios de muestreo en el Área de CUSTF.

2.2.5.1.1. Materiales utilizados en la obtención de la muestra y ubicación de sitios de muestreo por poligonal

A continuación, se enlista el material utilizado para la obtención de información en campo:

- ◆ 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).

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:** Unidad de medida convencional para registrar el diámetro del individuo a 1.30 m del suelo. 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 18, se presentan ejemplos de la medición de las variables dasométricas medidas en el presente estudio.

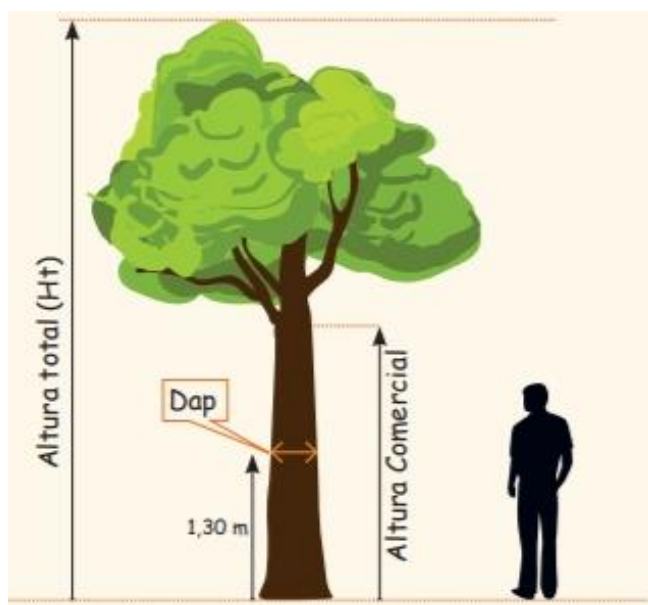


Figura 19. Ejemplo de variables de medición dasométricas.

2.2.5.2.2. Análisis del muestreo aplicado

Una forma de conocer la confiabilidad de los datos en campo es calculando el error de muestreo. De esta forma, se realizaron los cálculos con una confiabilidad del 95% y la variable considerada corresponde al número de individuos que se encontraron en cada uno de los sitios de muestreo.

Las fórmulas aplicadas para obtener el error de muestreo son las siguientes:

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

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

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

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

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

$$tS_{\bar{y}} = \text{error de muestreo observado o experimental}$$

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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

Dónde:

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.

2.2.5.2.3. Error de muestreo

De acuerdo con la información de campo obtenida mediante 7 sitios de muestro (tamaño de la muestra) de 400 m², distribuidos en una superficie de **1.2692** hectáreas de **Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia**, se obtuvo como resultado una intensidad de muestra de **7.33 %**.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la metodología aplicada para determinar el error de muestreo:

Símbolo	Descripción	Valor
N	Tamaño de la Población	32
α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
n	Tamaño de la Muestra	7
$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	15.571
S ² y	Varianza Muestral de la Variable	1.952
F = n/N	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.221
FCF = 1-f	Factor de Corrección por Población Finita	0.779
S ² $\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.217
S $\bar{y}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.466
(α, gl=n-1)	Valor t-Student	2.447
tS $\bar{y}$	Error de Muestreo	1.141
$\bar{y}+tS\bar{y}$	Límite Superior de Estimación de la Media	16.712
$\bar{y}-tS\bar{y}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	14.431
E	Error Máximo Aceptable	1.557
n _{necesaria}	Tamaño de Muestra necesario	5
-----	Unidades de Muestreo faltantes	2
$\hat{t}$	Total Estimado	494.08
-----	Límite Superior de Estimación Total	530.28
-----	Límite Inferior de Estimación Total	457.88
-----	Error de Muestreo Total	7.33%
-----	Intensidad de Muestreo Total	22.06%

Figura 20. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de CUSTF.

2.2.5.2. Confiabilidad de la muestra

Para determinar la confiabilidad de la muestra se empleó un análisis de curvas de acumulación, ya que con estas herramientas se puede estimar la riqueza de especies en función de los esfuerzos de muestreo, además, permiten dar 1) la 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 estimarse el total de especies que estarían presentes en la zona.

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma en como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos, representando en eje Y el número de especies acumuladas y el X el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos (Figura 21).

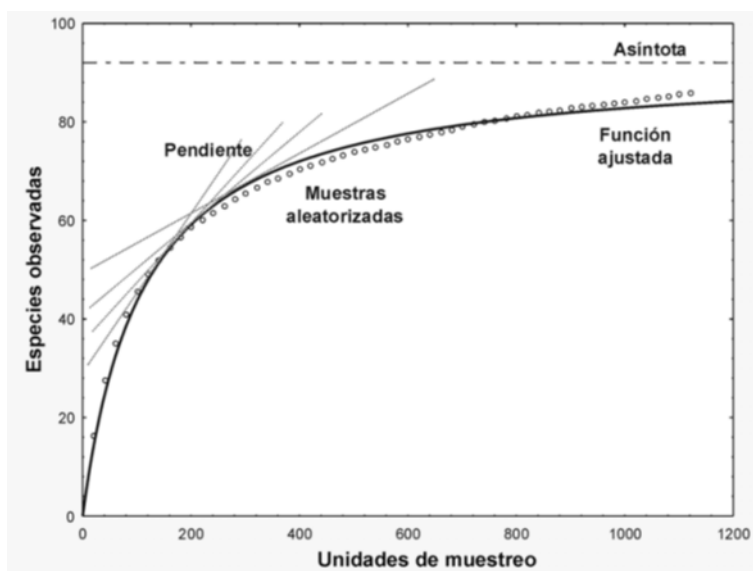


Figura 21. Ejemplo de curvas de acumulación de especies.

Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque aumente el esfuerzo, es decir, incremente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, no se amplificará el número de especies, por lo que tenemos un buen Muestreo. Sin embargo, muchas veces no se cuenta con las condiciones adecuadas para obtener buenos muestreos, por lo que se requiere aplicar modelos de acumulación que permitan evaluar qué tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales con el método aplicado.

Entre las estimaciones más empleadas para evaluar la riqueza de especies en ecología, se encuentran 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 más reciente. Entre ellos, se encuentra el Chao 1 (1984), el cual estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

Para el presente estudio, se calculó la curva de acumulación de especies utilizando el software libre EstimateS desarrollado por Colwell (2009), según el estimador no paramétrico Jackknife 2 (Jack2), el cual tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.



Gráfico 1. Curva de acumulación de especies en el área de CUSTF.

En la Curva de Acumulación de Especies, se observa que desde el primer sitio tiende a subir lentamente, llega al sitio 6 y se estabiliza formando la asíntota. El intervalo de riqueza de especies estimada es de 31 a 60 especies. La evaluación de la precisión del estimador mostró que el Área de CUSTF tuvo una riqueza muestreada de 40 especies y una riqueza verdadera de 60 especies. Analizando el crecimiento en especies, observamos que del Sitio 1 al 6, el crecimiento fue de 59 especies, mientras que del Sitio 6 al 7, el crecimiento estimado fue de 1 especies, es decir tiende a bajar.

5.2.5.3. Estimar el volumen por especie por predio o predios

Para llevar a cabo la estimación del volumen a remover, se utilizaron las ecuaciones propuestas en el **Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Informe 2009-2014)** de la CONAFOR, disponible para su consulta en el enlace: snigf.cnf.gob.mx/resultados-2009-2014/.

Las fórmulas empleadas para determinar el volumen de cada una de las especies presentes en el área del proyecto se presentan en la Tabla 10. Cabe mencionar que, para las especies que no se enlistan en el inventario de la CONAFOR, se utilizó la ecuación general establecida para la estimación de volumen madera rollo total árbol con corteza para el Estado de Chiapas.

Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	$\text{EXP}(-9.843341+1.92700277*\text{LN}(\text{diam})+1.00612327*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca	$\text{EXP}(-10.01137401+1.97688779*\text{LN}(\text{diam})+1.02860759*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	$\text{EXP}(-10.01137401+1.97688779*\text{LN}(\text{diam})+1.02860759*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	$\text{EXP}(-9.86139158+1.93994057*\text{LN}(\text{diam})+1.04126898*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	$\text{EXP}(-9.86139158+1.93994057*\text{LN}(\text{diam})+1.04126898*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	$\text{EXP}(-9.88038392+1.97088088*\text{LN}(\text{diam})+1.00098368*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	$\text{EXP}(-9.05936092+1.68198628*\text{LN}(\text{diam})+1.0337615*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	$\text{EXP}(-9.80434696+1.91033696*\text{LN}(\text{diam})+1.03262007*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$\text{EXP}(-9.80434696+1.91033696*\text{LN}(\text{diam})+1.03262007*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	$\text{EXP}(-9.80434696+1.91033696*\text{LN}(\text{diam})+1.03262007*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	$\text{EXP}(-10.01137401+1.97688779*\text{LN}(\text{diam})+1.02860759*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	$\text{EXP}(-10.01137401+1.97688779*\text{LN}(\text{diam})+1.02860759*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	$\text{EXP}(-10.01137401+1.97688779*\text{LN}(\text{diam})+1.02860759*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	$\text{EXP}(-9.92570337+1.96275753*\text{LN}(\text{diam})+1.00116088*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	$\text{EXP}(-9.82944377+1.9060093*\text{LN}(\text{diam})+1.04047533*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Tecoma stans</i>	Candox	$\text{EXP}(-9.80434696+1.91033696*\text{LN}(\text{diam})+1.03262007*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	$\text{EXP}(-9.80434696+1.91033696*\text{LN}(\text{diam})+1.03262007*\text{LN}(\text{alt}))$
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	$\text{EXP}(-10.09141965+1.90481967*\text{LN}(\text{diam})+1.09303973*\text{LN}(\text{alt}))$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	$EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))$
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	$EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))$
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	$EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))$

Tabla 11. Fórmulas para la estimación de volumen.

5.2.5.3.1. Número de árboles y volumen a remover por tipo de vegetación

5.2.5.3.1.1. Número de árboles

En la siguiente Tabla, se presenta el número total de árboles que se pretenden remover en la superficie sujeta a CUSTF:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0	11	14
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca	1	21	27
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	12	296	376
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	1	14	18
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	8	196	249
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2	43	54
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0	7	9
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	5	129	163
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0	7	9
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0	4	5
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0	4	5
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	2	61	77
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	2	46	59
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	1	36	45
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	9	236	299
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	3	86	109
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	1	32	41
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0	7	9
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	1	14	18
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	1	32	41
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	8	193	245
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0	11	14
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0	11	14
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0	11	14
<i>Tecoma stans</i>	Candox	2	54	68
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0	7	9
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0	4	5
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0	7	9

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0	4	5
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	1	25	32
Total		64	1607	2040

Tabla 12. Número de árboles totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, en el área de CUSTF, se pretenden remover un total de 2,040 individuos pertenecientes al estrato arbóreo.

Respecto al total de individuos que se pertenecientes al estrato arbustivo y herbáceo que se pretenden remover, se presentan a continuación:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	0	11	14
<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	0	4	5
Total		1	14	18

Tabla 13. Número de arbustos totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. total en CUSTF
<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	0	7	9
<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	0	7	9
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	5	125	159
<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	1	21	27
<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0	7	9
<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	0	4	5
<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	0	4	5
<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	1	32	41
Total		8	207	263

Tabla 14. Número de hierbas totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, en el área CUSTF, se pretenden remover un total de **18** individuos pertenecientes al estrato arbustivo y **263** pertenecientes al estrato herbáceo.

En cuanto a las especies No Maderables, en la siguiente tabla se exhiben el total de individuos que se pretenden remover:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	0	7	9
<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	3	82	104
Total		4	89	113

Tabla 15. Número de especies no maderables totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

De acuerdo con lo anterior, en el área de CUSTF, se pretenden remover un total de **113** individuos No Maderables.

Por lo tanto, con base a lo presentado anteriormente, en el área de CUSTF, se pretende remover un total de **2,434** individuos, se los cuales, **2,040 son árboles, 18 arbustos, 263 hierbas y 113 no maderables.**

5.2.5.3.1.2. Volumen por remover

En la siguiente tabla se presenta el volumen de especies maderables a remover en el área de CUSTF de 1.2692 Ha en Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia:

Nombre Científico	Nombre Común	Volumen (m³ VTA)		
		Por Sitio	Por Hectárea	Área de CUSTF
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0051	0.1268	0.1609
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca	0.0144	0.3588	0.4553
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	0.5251	13.1266	16.6603
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.0590	1.4753	1.8724
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	0.2267	5.6673	7.1929
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	0.0438	1.0946	1.3893
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.0066	0.1653	0.2098
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	0.2389	5.9726	7.5804
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.0017	0.0437	0.0554
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.0009	0.0221	0.0280
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.0013	0.0329	0.0417
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	0.1456	3.6411	4.6213
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	0.2330	5.8259	7.3943
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0189	0.4730	0.6003
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	0.3918	9.7943	12.4309
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	0.0900	2.2504	2.8562
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	0.0411	1.0264	1.3027
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.0153	0.3821	0.4850
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.0568	1.4189	1.8008
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	0.0201	0.5015	0.6365
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	0.1323	3.3074	4.1977
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.0051	0.1268	0.1609
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.0112	0.2789	0.3539
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.0051	0.1268	0.1609
<i>Tecoma stans</i>	Candox	0.0398	0.9945	1.2622
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.0068	0.1690	0.2146
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.0007	0.0184	0.0234

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	Volumen (m ³ VTA)		
		Por Sitio	Por Hectárea	Área de CUSTF
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.0018	0.0441	0.0560
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.0009	0.0221	0.0280
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.0062	0.1544	0.1959
Total		2.3457	58.6416	74.4279

Tabla 16. Volumen de especies maderables a remover en el área sujeta a CUSTF.

De acuerdo con lo presentado, en el área de CUSTF (1.2692 Ha), se pretenden remover un total de **74.4279 m³/VTA**.

5.2.5.3.1.3. Concentrado de árboles y volúmenes a remover en el Área de Cambio de Uso de Suelo

A continuación, se presenta el concentrado de individuos pertenecientes al estrato arbóreo y el volumen que se pretende remover en el área de CUSTF:

Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos en CUSTF	Vol. Total en CUSTF (m ³ VTA)
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	14	0.1609
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca	27	0.4553
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	376	16.6603
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	18	1.8724
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	249	7.1929
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	54	1.3893
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	9	0.2098
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	163	7.5804
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	9	0.0554
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	5	0.0280
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	5	0.0417
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	77	4.6213
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	59	7.3943
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	45	0.6003
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	299	12.4309
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	109	2.8562
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	41	1.3027
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	0.4850
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	18	1.8008
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	41	0.6365
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	245	4.1977
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	14	0.1609

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos en CUSTF	Vol. Total en CUSTF (m³ VTA)
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	14	0.3539
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	0.1609
<i>Tecoma stans</i>	Candox	68	1.2622
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	9	0.2146
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	5	0.0234
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	9	0.0560
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	5	0.0280
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	32	0.1959
Total		2040	74.4279

Tabla 17. Concentrado de árboles y volúmenes a remover en el área de CUSTF.

De acuerdo con lo presentado en la tabla anterior, en el área de CUSTF (1.2692 Ha), se removerá un volumen total de **74.4279 m³/VTA**, correspondiente a un total de **2,040 individuos**.

2.2.6. Operación y mantenimiento

Las actividades que se llevarán a cabo durante la ejecución del Proyecto consistirán principalmente en el mantenimiento y la operación del puente; por lo que, una vez realizadas las labores de abandono de sitio, y concluidas las obras de edificación del complejo industrial, se pondrá en operación el puente.

- ♦ **Operación:** Una vez concluidas las actividades de construcción del complejo industrial, y puesta en marcha para el desarrollo de actividades, se apertura el puente para su uso.
- ♦ **Mantenimiento:** 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 y construcción del Puente, considera el retiro de la maquinaria y equipos; 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 18 se presenta el **Programa General de Trabajo** que incluye las actividades de CUSTF, conformado por las etapas de Preparación y Abandono de sitio:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Actividades	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapas de Preparación del Sitio												
<i>Actividades por desarrollar antes del CUSTF</i>												
Trazo y delimitación del área del Proyecto	●											
Rescate y reubicación de Flora y Fauna	●											
Implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Actividades por desarrollar durante el CUSTF</i>												
Rescate y reubicación de Flora y Fauna	●											
Medición, cuantificación y marcado de arbolado a derribar	●	●										
Desmonte y deshierbe de vegetación		●	●	●	●	●						
Derribo y desrame de arbolado		●	●	●	●	●						
Troceo y aprovechamiento de los productos maderables						●	●	●	●			
Despalme de la vegetación									●	●	●	●
Implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Actividades por desarrollar después del CUSTF</i>												
Reforestación												●
Supervisión Ambiental	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Seguimiento del Programa de Rescate de Flora y Fauna ¹	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Etapas de Abandono del Sitio												
Limpieza general y retiro de maquinaria												●
Etapas de Construcción												
<i>Construcción del Puente</i>												
Delimitación y trazo del puente						●						
Nivelación del terreno						●	●					
Acarreo de materiales de construcción						●	●	●	●	●	●	●
Fabricación y montaje de estructura de acero						●	●	●	●			
Cimbrado y descimbrado						●	●	●	●	●	●	●
Construcción y curado de losas								●	●	●		
Construcción y establecimiento de concreto hidráulico									●	●	●	●
Obras de drenaje										●	●	●
Rellenos											●	●
Limpieza general y retiro de materiales												●

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Actividades	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción del complejo industrial ²												►
Etapas de Operación y Mantenimiento												
Operación de las Obras												►
Mantenimiento de las Obras												►
Vigilancia de Programas de Rescate y Reubicación de Flora												►

Tabla 18. Programa General de Trabajo del Proyecto.

¹ Para el seguimiento y mantenimiento del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre se tomará en cuenta un total de **5 años**, para garantizar la supervivencia de los individuos rescatados.

² La construcción del Complejo Industrial se indica para conocimiento, ya que su evaluación le corresponderá a la Autoridad pertinente; a excepción del Puente, ya que es de competencia Federal.

El proyecto se llevará a cabo en su totalidad en un periodo de 1 año. Sin embargo, las actividades referentes al seguimiento y mantenimiento del *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre* se realizarán en un mínimo de **5 años** a partir de su ejecución.

Asimismo, es importante mencionar que, en cuestión a los permisos para la construcción del Complejo Industrial ante la Autoridad Estatal, estos se tramitarán una vez que el presente estudio haya sido evaluado y autorizado por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

2.2.9. Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera

Respecto al manejo de residuos, a continuación, se presenta la forma de manejo:

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 Berriozábal.

Emisiones a la Atmósfera

Para evitar las emisiones excesivas de gases y ruido, se realizarán mantenimientos periódicos y continuos de los vehículos y maquinaria utilizados durante las diversas actividades, reduciendo así la contaminación atmosférica y sonora.

En cuanto a la dispersión de polvos, se realizará el riego constante con agua en el suelo, con el fin de evitar una excesiva generación y dispersión de polvos.

Aguas Residuales

Se evitará el vertido accidental de todo tipo de materiales o sustancias contaminantes hacia el suelo y cuerpos de agua.

En cuanto a la instalación de los baños portátiles, la empresa contratada, será quien se haga cargo de la disposición periódica de las aguas residuales generadas.

2.2.1. Residuos

Los tipos de residuos que se producirán durante las etapas del Proyecto en cuestión se describen a continuación:

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.

Peligrosos

Durante el desarrollo del Proyecto no se contempla la generación de residuos peligrosos, ya que las actividades de mantenimiento de los vehículos y maquinaria serán llevadas a cabo en talleres especializados fuera del área del Proyecto, sin embargo, en caso de generarse este tipo de residuos, serán manejados de acuerdo con la normatividad vigente, la cual se enlista a continuación:

- ◆ Durante las actividades, se identificará si se están generando residuos peligrosos conforma a lo que se establece en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para llevar a cabo la gestión integral de estos.
- ◆ Durante el desarrollo de las actividades, se debe determinar la incompatibilidad de materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento de acuerdo con la NOM-054-SEMARNAT-1993. 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.
- ◆ En caso de fallas mecánicas en la maquinaria que puedan resultar en el derrame de combustibles al suelo, se seguirán las especificaciones estipuladas en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 para la caracterización de las sustancias y la remediación del sitio.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ♦ Para el funcionamiento de la maquinaria que será empleada será necesario el uso de combustibles, 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 de acuerdo con la NOM-005-STPS-1998.

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.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR 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**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

ÍNDICE

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	1
3.1. Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial y Planes de Desarrollo Urbano, Normas Oficiales Mexicanas, Áreas Naturales Protegidas, entre otros	1
3.1.1. Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial	1
3.1.2. Planes de Desarrollo Urbano	7
3.1.3. Normas oficiales mexicanas.....	11
3.1.4. Áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación	13
3.2. Otras leyes como: Ley de Aguas Nacionales, LGEEPA, LGVS, etc.....	17
3.2.1. Leyes federales	17
3.2.2. Reglamentos Federales.....	22
3.2.2. Leyes Estatales	25
3.2.3. Tratados o convenios internacionales	26

LISTA DE FIGURA

<i>Figura 1. UAB donde se encuentra el Proyecto.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. UGA donde se encuentra el Proyecto.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3. UGA de POETSAB donde se encuentra el Proyecto.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4. ANP Federal cercana al proyecto.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5. ANP Estatal cercana al Proyecto.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6. RTP cercana al Proyecto.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7. RHP cercana al Proyecto.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 8. RMP cercana al Proyecto.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 9. AICA cercana al Proyecto.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 10. Sitio RAMSAR cercano al Proyecto.</i>	<i>26</i>

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

3.1. Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial y Planes de Desarrollo Urbano, Normas Oficiales Mexicanas, Áreas Naturales Protegidas, entre otros

3.1.1. Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial

3.1.1.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio

El POEGT integra una regionalización ecológica, así como los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Dicha regionalización comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico y su interacción dentro de cada unidad, resultando en 145 unidades ambientales biofísicas (UAB) integradas en regiones ecológicas con UAB que comparten prioridad de atención, aptitud sectorial y política ambiental.

El POEGT integra una regionalización ecológica, así como los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Dicha regionalización comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico y su interacción dentro de cada unidad, resultando en 145 unidades ambientales biofísicas (UAB) integradas en regiones ecológicas con UAB que comparten prioridad de atención, aptitud sectorial y política ambiental.

Las políticas ambientales mencionadas determinan las disposiciones y medidas generales hacia el desarrollo sustentable, que pueden ser de: aprovechamiento, restauración, protección y preservación.

La política de Aprovechamiento Sustentable, de acuerdo con el numeral 4, del Anexo 4 del POEGT, así como el Artículo 3 fracción III de la LGEEPA, establece *la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos*. Asimismo, el Programa establece 10 lineamientos ecológicos y múltiples estrategias ecológicas:

Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

1. *Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.*
2. *Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.*
3. *Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.*
4. *Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.*
5. *Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.*
6. *Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.*
7. *Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.*
8. *Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.*
9. *Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.*
10. *Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.*

De acuerdo con el POEGT, el Proyecto se sitúa dentro de la **UAB No. 81**, denominada **Altos de Chiapas**, como se observa en la Figura 1.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

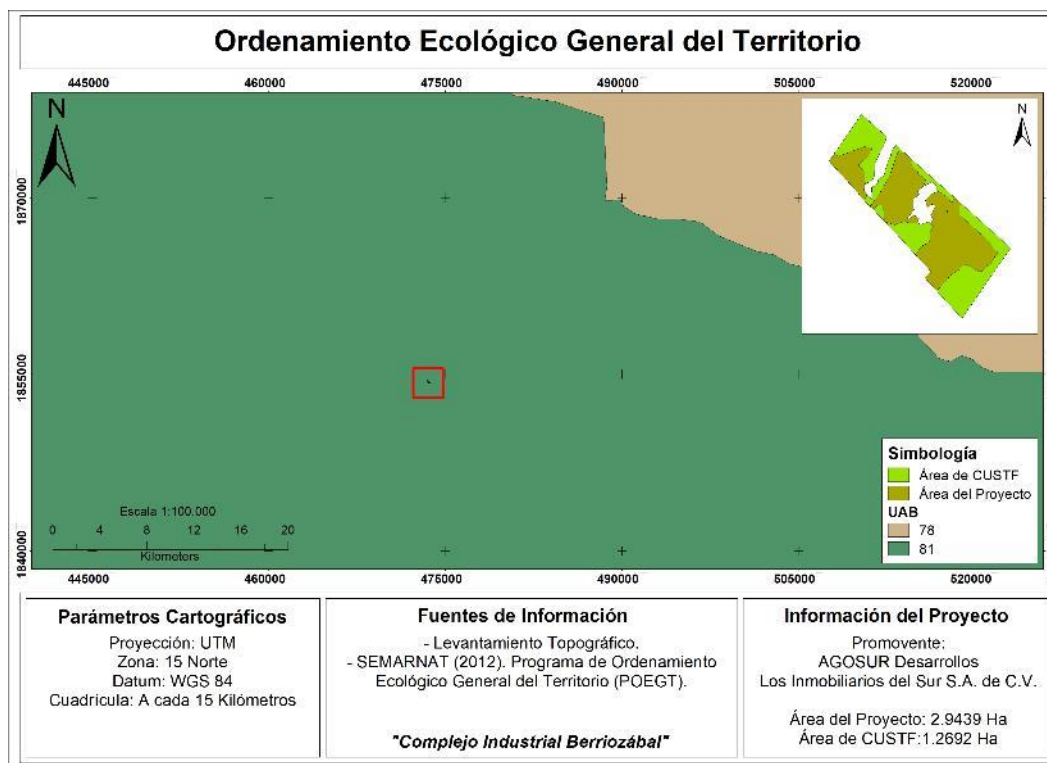


Figura 1. UAB donde se encuentra el Proyecto.

Respecto a las estrategias establecidas en la UAB, estas se aglomeran en 3 grandes grupos:

- I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,
- II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, y
- III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

De manera específica, entre aquellas incluidas en las del Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad del Territorio:

B. Aprovechamiento Sustentable:

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

Con el presente Proyecto, se contempla la ejecución del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), para el establecer un complejo industrial en el Municipio de Berriozábal. Cabe mencionar que, el proyecto será ejecutado de forma paulatina, minimizando así los impactos ambientales; además, se generarán diversos empleos a lo largo de las etapas que comprende el desarrollo del mismo, potenciando así la economía local y regional.

Por lo presentado con anterioridad, el POEGT contempla acciones de cambio de uso de suelo dentro del territorio mexicano, siempre y cuando se determine una política ambiental de aprovechamiento en las UAB con estrategias y sectores del desarrollo compatibles

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

cumpliendo con los lineamientos ecológicos aplicables, como es el caso de la UAB, en la que se ubica el Proyecto.

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

De manera similar al POEGT, el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (POETCH) busca contribuir en la protección, conservación, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para regularizar el uso de suelo y las actividades productivas en el estado de Chiapas.

De manera específica, el proyecto se ubica dentro de la **UGA No. 63** con política territorial de **Aprovechamiento Sustentable**, con usos predominantes de Actividades Agropecuarias, sin embargo, entre sus Usos Recomendados con Condicionantes se encuentra Infraestructura e Industria. Cabe mencionar que, el Proyecto no es de carácter industrial como tal, sin embargo, la infraestructura que se establezca posterior a la ejecución del CUSTF, podría incrementar la actividad industrial dentro de la región.



Figura 2. UGA donde se encuentra el Proyecto.

El Artículo 10 del POETCH, establece las políticas de uso territorial aplicables a las unidades de gestión ambiental (unidades mínimas del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas), siendo el aprovechamiento una de ellas:

I. Aprovechamiento: *Se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente,*

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 sustentable. *Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de unidad de gestión territorial 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 contiene 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. El criterio fundamental de esta política consiste en llevar a cabo una reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que propicie la diversificación y sustentabilidad, más que un cambio en los usos actuales del suelo*

Las unidades de gestión ambiental (UGA) cuentan no solo con la política territorial, sino también con usos de *Suelo Predominante, Recomendado, Recomendado con Condición y No Recomendado*, con sus respectivos criterios ecológicos y estratégicos.

Así, se entiende que el POETCH permite el cambio del uso actual del suelo, con base en las políticas y usos indicados por cada una de las UGA, cumpliendo con las condicionantes, sus criterios ecológicos y estratégicos en el desarrollo de actividades.

3.1.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Subcuenca del Río Sabinal

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Subcuenca del Río Sabinal (POETSAB) tiene por objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en los Municipios de Tuxtla Gutiérrez, Berriozábal, San Fernando y Ocozacoautla de Espinosa.

El Programa abarca una superficie 39,056.44 Ha, y consta de 87 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con sus respectivos criterios ecológicos y políticas ambientales.

Respecto al POETSAB, el Proyecto se localiza dentro de la **UGA No. 1**, con política de **Aprovechamiento Sustentable**.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

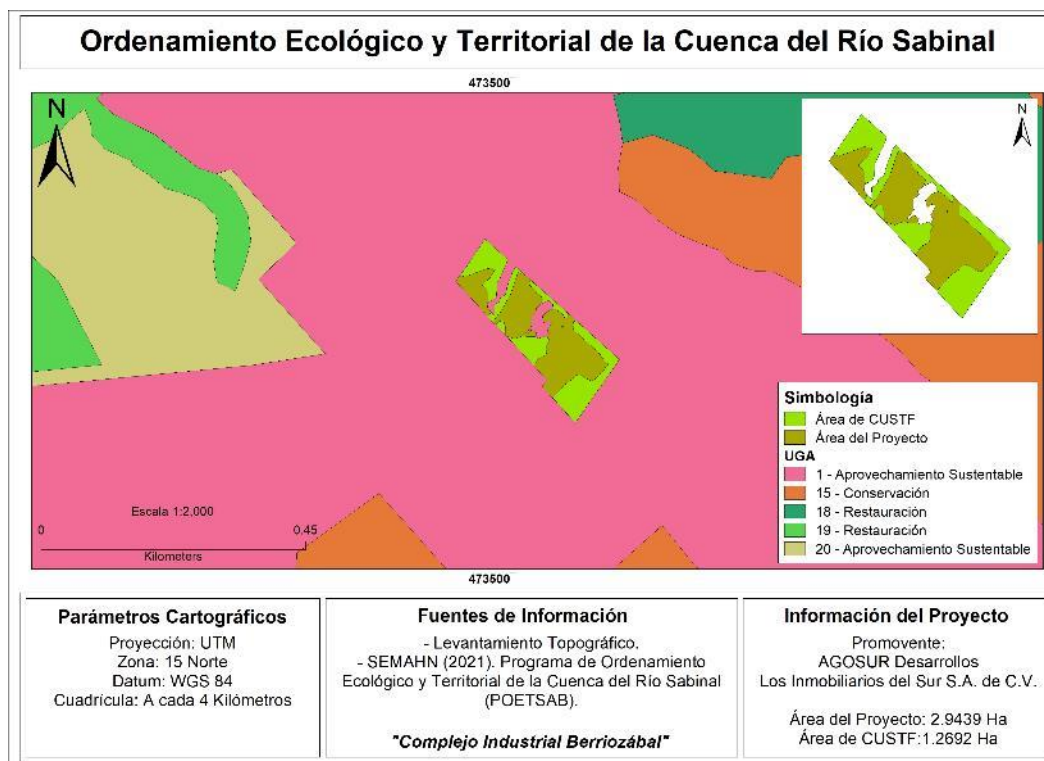


Figura 3. UGA de POETSAB donde se encuentra el Proyecto.

De acuerdo con el Artículo 11 del POETSAB, la política territorial de Aprovechamiento Sustentable se define de la siguiente manera:

1. Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Se asigna a las unidades de gestión ambiental que contienen terrenos preferentemente forestales en las que los usos del suelo compatible corresponden a sectores en los que no se requiere la presencia de ecosistemas nativos.

De acuerdo con los lineamientos establecidos para la UGA, esta se encuentra vinculada con lo dispuesto en el Programa Integral de Desarrollo Urbano de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez (PIDUZMTGZ) 2015 – 2040. Por lo que, una vez analizado el PIDUZMTGZ, se determinó que el Proyecto se sitúa sobre Uso de Suelo de Zonas Urbanas y Urbanizables, particularmente en **Uso mixto con predominancia industrial (UM-IND)**, el cual establece que, en esas regiones, se deberán ocupar actividades comerciales y de servicios, predominantemente con ocupación industria baja y media.

Cabe mencionar que, el Proyecto no es de carácter industrial como tal, sin embargo, la infraestructura que se establezca posterior a la ejecución del CUSTF, podría incrementar la actividad industrial dentro de la región.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Por lo expuesto anteriormente, el proyecto cumple con lo establecido en la UGA, ya que, al tratarse de un Proyecto de CUSTF para posteriormente establecer un complejo industrial, se vincula con las actividades comerciales y de servicio permitidas.

3.1.2. Planes de Desarrollo Urbano

3.1.2.1. 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 transformar la vida pública de México para un desarrollo incluyente, se conforma por tres ejes generales: 1) Justicia y Estado de Derecho, 2) Bienestar y 3) Desarrollo Económico.

El proyecto se relaciona con los objetivos del **Eje General 2: “Bienestar”**, que tiene por objeto *“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 *“incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio”*.

De la misma forma, se vincula con las siguientes estrategias:

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.

Vinculación: Se pretende ejecutar un CUSTF para la construcción y establecimiento de un complejo industrial, que sirva como un espacio para el almacenamiento de bienes y servicios.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

2.5.8. Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

Vinculación: El proyecto contempla 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.

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.

3.3.2. Impulsar el desarrollo y adopción de nuevas tecnologías en los sectores productivos y la formación de capacidades para aprovecharlas, vinculando la investigación con la industria y los usuarios y promoviendo métodos de producción sostenible y patrones de consumo responsable que promuevan el uso eficiente y racional del territorio y de sus recursos.

Vinculación: El proyecto está enfocado a la construcción de un complejo industrial, a partir del CUSTF que se efectúe. Por lo anterior y tomando en cuenta que el área de estudio cuenta con vegetación forestal en abundancia, se establecerá un sistema de aprovechamiento sustentable que podrá ser para su uso como materia prima en diferentes sectores.

3.3.5. Promover el comercio nacional e internacional y la diversificación de productos, servicios y destinos de exportación e importación.

Vinculación: Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto servirá como un sistema para aprovechar sosteniblemente los recursos naturales con base en su planeación, estando en armonía con el medio natural y al mismo tiempo, generando actividades productivas que impulsan la economía local.

Por lo anterior, el Promovente hace entrega del presente Documento Técnico Unificado Modalidad A (DTU-B) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el fin de demostrar que ejecución, desarrollo y operación del proyecto resulta en más impactos positivos que negativos, aprovechando sosteniblemente los recursos naturales por medio de la planeación, estando en equilibrio con el medio ambiente y promoviendo la economía local y de la región.

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.

3.1.2.2. Plan Estatal de Desarrollo 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.

El PED (2019-2024) se agrupa en cinco ejes los cuales consideran dos enfoques transversales, así como tres políticas transversales, en relación con los lineamientos establecidos en el PND.

A continuación, se enlistan los ejes en los cuales se encuentran alineado el Proyecto:

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.

Vinculación: El proyecto generará empleos temporales y permanentes durante su tiempo de vida útil, lo cual disminuirá la carencia por ingresos. Asimismo, su implementación impulsará el desarrollo económico de la región, lo que generará beneficios para la comunidad.

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.

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.

Vinculación: El presente proyecto pretende realizar el CUSTF para la construcción e implementación de un complejo industrial; lo anterior, generará nuevos empleos entre la población, de manera directa e indirecta por un largo periodo. Al igual que fortalecerá la infraestructura para la producción, abasto y comercialización de la zona de influencia del proyecto, la cual priorizará la organización del sector productivo y la competitividad de las regiones.

5.1.1. Protección de la Diversidad Biológica

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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

Vinculación: El presente proyecto contempla llevar a cabo la ejecución de Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, como una medida para garantizar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Aunado a lo anterior, también se implementará una serie de medidas de prevención enfocadas a salvaguardar a las especies.

De acuerdo con lo anterior, el Proyecto en cuestión se considera compatible con lo establecido en los lineamientos y estrategias de Programa Estatal de Desarrollo; además, con la ejecución de este, se tendrán beneficios sociales y económicos significativos, por la demanda de personal requerido en las diversas etapas que comprenden el Proyecto, impulsado una derrama económica y mejora en la calidad de vida.

3.1.2.3. Plan Municipal de Desarrollo de Berriozábal (2021 – 2024)

El Programa Municipal de Desarrollo de Berriozábal (PMD) (2021-2024), es el documento rector de la administración pública actual, el cual contiene las directrices generales y líneas estratégicas de acción que se instrumentaran, basándose en cinco ejes rectores.

De acuerdo con lo planteado en el PMD (2021 - 2024), el Proyecto se encuentra vinculado con los siguientes ejes:

4.1.1. Política Pública: Rescate de la Cultura e Impulso Económico

Objetivo: Mejora de la rentabilidad de las principales actividades económicas del municipio.

Vinculación: El proyecto generará empleos en periodos temporales y permanentes durante su tiempo de vida útil, lo cual permitirá impulsar la economía a nivel regional y local a corto, mediano y largo plazo. Además, una vez autorizado el CUSTF, y obtenidas las autorizaciones correspondientes en diferentes instancias, se llevará a cabo la ejecución de obras para implementar un complejo industrial, lo que permita cumplir con la comercialización y abasto de productos, cubriendo así la demanda de estos insumos.

5.1.1. Política pública: Gestión Ambiental para Crear un Mundo Mejor

Objetivo: Disminuir la tasa de deterioro ambiental en el municipio

Vinculación: Se hace entrega ante 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; así mismo, una vez obtenida una resolución favorable por parte de la SEMARNAT, se hará entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General ante la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, por

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

las actividades referentes a la construcción de la infraestructura necesaria para el establecimiento de un complejo industrial.

Aunado a lo anterior, en el presente estudio se propone la ejecución de Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, como una medida para garantizar la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, en conjunto con las medidas de prevención enfocadas a salvaguardar a las especies.

3.1.3. Normas oficiales mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, las cuales tiene por objetivo 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.

A continuación, se presentan las NOM diversas NOM vinculadas al desarrollo del Proyecto:

- **Materia de Calidad del 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.

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.

Vinculación: Por el empleo maquinaria y equipo que ejecutarán el CUSTF, estos deberán operar de manera óptima y en caso contrario serán reemplazados 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 como combustible, por lo que se debe cumplir con las especificaciones de la presente Norma.

- **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.

Vinculación: 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 dos en la misma.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación: El equipo y maquinaria empleado durante el desarrollo del Proyecto cumplirá estará sujeto al cumplimiento de esta Norma, y contará con un mantenimiento preventivo y/o correctivo con el objetivo de que no excedan los límites de emisión de ruido permitidos.

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Vinculación: Por el uso de equipos y maquinaria durante las actividades del Proyecto, la exposición a niveles de ruido será constante, por lo que el uso del equipo de protección personal (EPP) será obligatorio para los trabajadores.

NOM-011-STPS-2001. Que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Vinculación: 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.

- **Materia de Residuos**

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Vinculación: A lo largo de las diversas etapas del proyecto se generarán residuos, por lo que se deberá ajustar a lo establecido en esta Norma. Por lo que, durante las diversas actividades se identificarán los residuos para categorizarlos en caso de ser peligrosos y se realizará la gestión adecuada con base en la normatividad vigente, a pesar que las labores de mantenimiento de equipos y maquinaria no se llevarán a cabo dentro del área del proyecto, si no en talleres especializados.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

Vinculación: En cualquier etapa del proyecto se debe determinar la incompatibilidad de los materiales a utilizar, por lo que se debe aplicar el procedimiento establecido. 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vinculación: Por el uso de equipo y maquinaria durante las actividades, existe la posibilidad de fallas mecánicas 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.

Vinculación: Por el uso de combustibles para el funcionamiento de la maquinaria que será empleada, el abastecimiento de este deberá ser realizado por la 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.

- **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.

Vinculación: Esta Norma fue aplicada al llevarse a cabo las actividades de identificación de especies de flora y fauna en el área de proyecto. No omito mencionar que durante las etapas de desarrollo del CUSTF, esta se seguirá aplicando si se encontrara alguna especie en algún estatus, a fin de protegerlas.

3.1.4. Áreas naturales protegidas y regiones prioritarias para la conservación

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la ley y la normativa aplicable.

3.1.4.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

Respecto con las ANP de jurisdicción Federal, el Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna, siendo la más cercana a este, el Parque Nacional Cañón del Sumidero, a aproximadamente 11.35 km al este, como se aprecia en la Figura 4.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

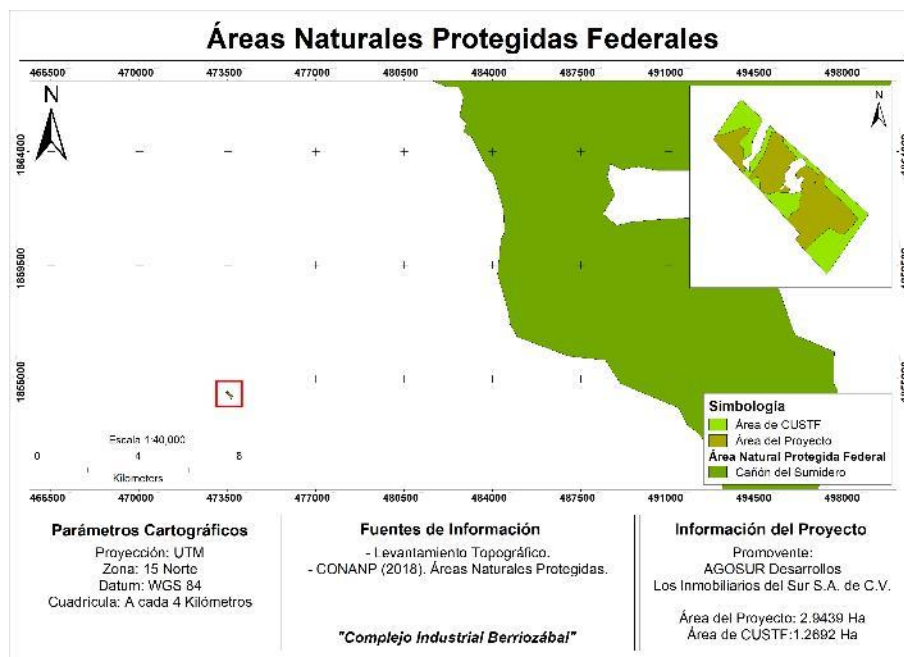


Figura 4. ANP Federal cercana al proyecto.

3.1.4.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

Con respecto a la ANP de jurisdicción Estatal, el Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna, siendo la más cercana a este es la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Cerro Meyapac, aproximadamente a 9.93 km al oeste, como se observa en la Figura 5.

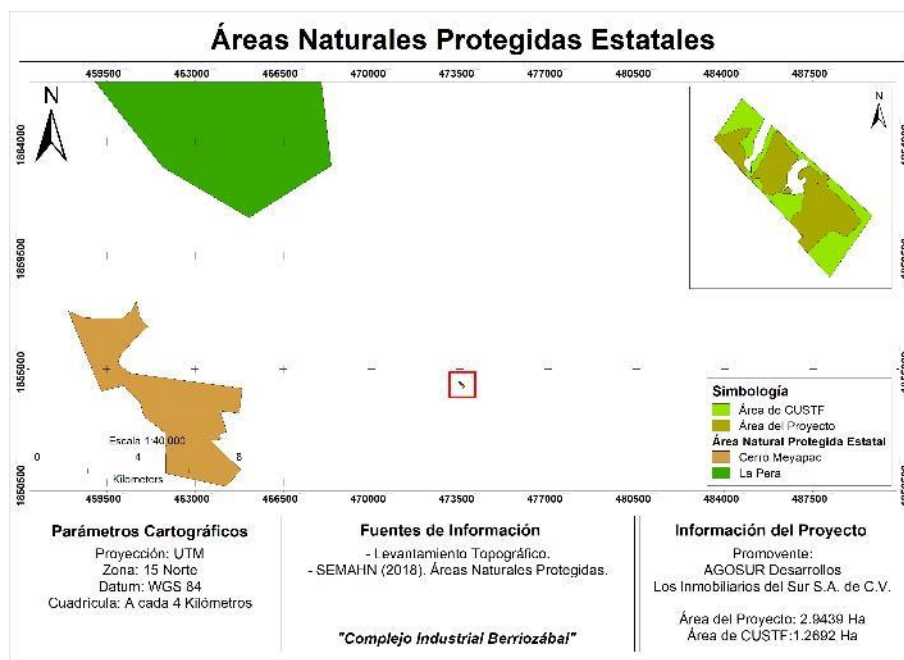


Figura 5. ANP Estatal cercana al Proyecto.

3.1.4.3. 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.

3.1.4.3.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, la más cerca es La Chacóna Cañón del Sumidero, aproximadamente a 9.43 km al noreste (Figura 6).

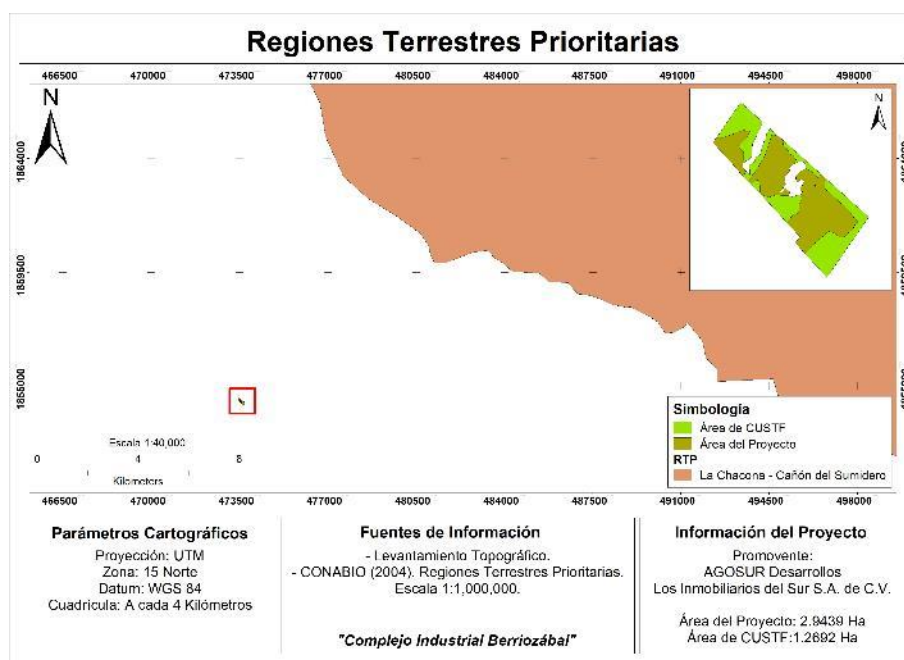


Figura 6. RTP cercana al Proyecto.

3.1.4.3.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, la más cercana es La Sepultura-Suchiapa, aproximadamente a 4.65 km al sur (Figura 7).

Documento Técnico Unificado Modalidad B

“Complejo Industrial Berriozábal”

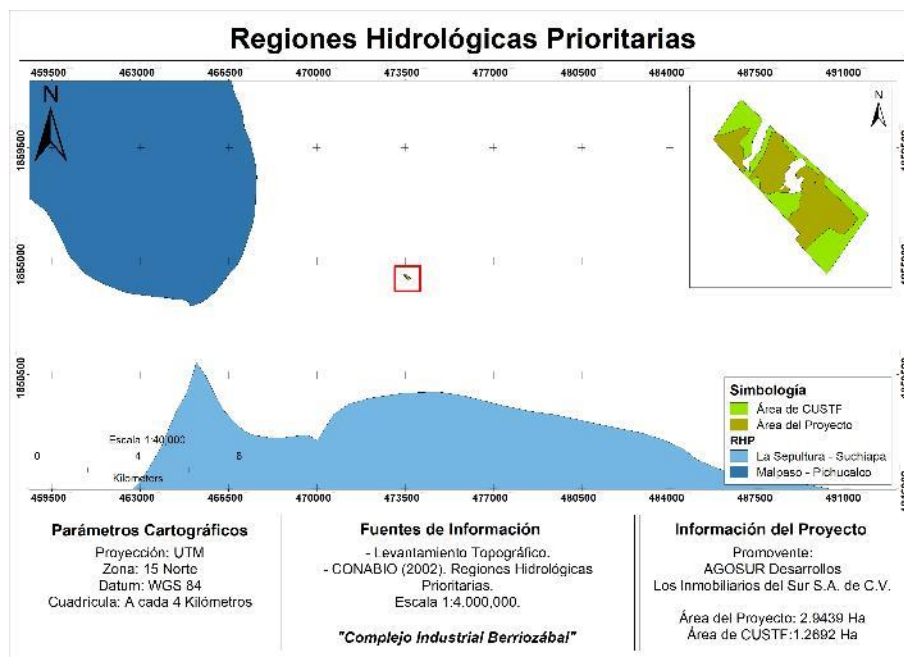


Figura 7. RHP cercana al Proyecto.

3.1.4.3.3. Regiones Marinas Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Marina Prioritaria, la más cercanas son Punta Arista y Laguna Mar Muerto, aproximadamente 100 km al sureste (Figura 8).

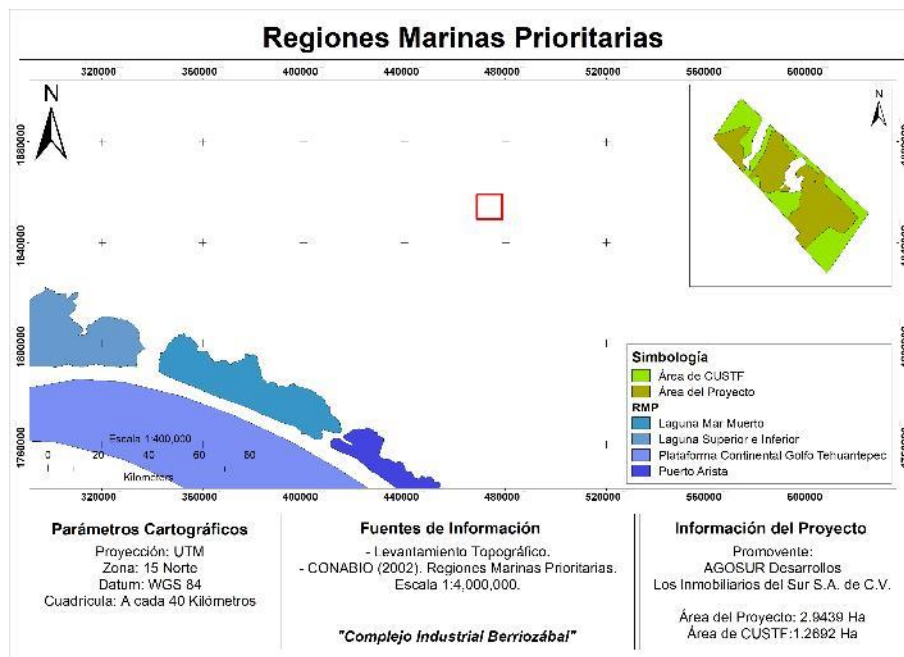


Figura 8. RMP cercana al Proyecto.

3.1.4.3.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El Proyecto **no** se encuentra dentro de algún Área de Importancia para la Conservación de las Aves, la más cercana es el Corredor Laguna Bélgica-Sierra Limón-Cañón del Sumidero, aproximadamente a 7.36 km al noreste (Figura 9).

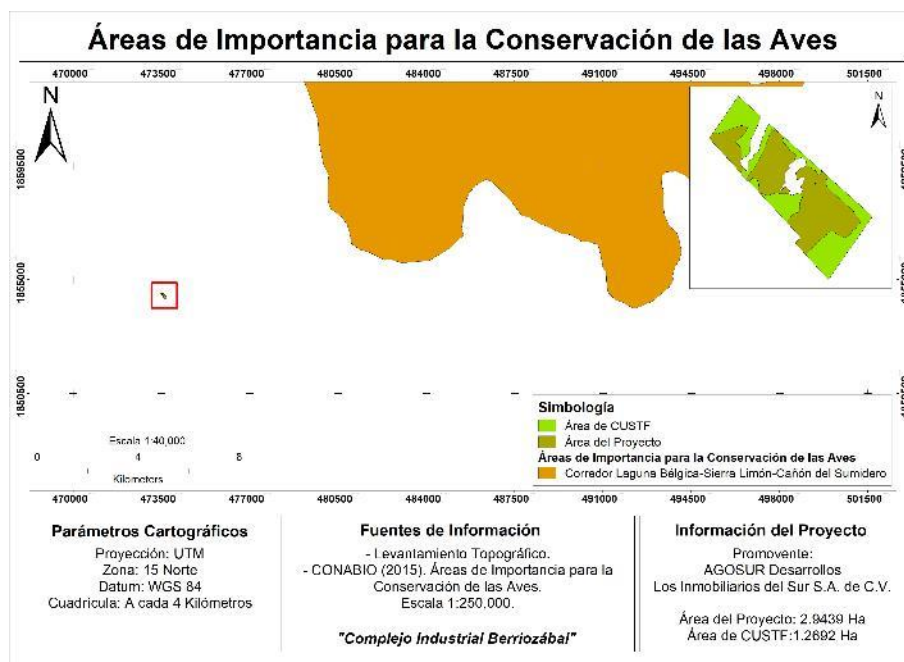


Figura 9. AICA cercana al Proyecto.

3.2. Otras leyes como: Ley de Aguas Nacionales, LGEEPA, LGVS, etc.

3.2.1. Leyes federales

3.2.1.1. 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, Párrafo 5º 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".

El presente proyecto comprende la ejecución de un CUSTF para tener las condiciones necesarias en el terreno para la posterior construcción de un complejo industrial. Debido que las actividades que engloba el proyecto tienen el potencial de ocasionar impactos

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

negativos hacia el medio ambiente, se presenta este estudio, con la finalidad de proporcionar a la SEMARNAT de información necesaria para el análisis y evaluación del proyecto, y dictaminar si su ejecución es viable. Así mismo, a lo largo de este proyecto, se presentan una serie de medidas de mitigación, prevención y compensación, enfocadas a la disminución de los impactos hacia el medio ambiente.

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

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el Proyecto se vincula con lo siguiente:

Artículo 5.- 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;

(...)

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

I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

(...)

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

(...)

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;

(...)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vinculación: Por lo anterior, el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B, es de competencia de la Federación, ya que involucra las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la construcción de un puente vehicular sobre una corriente superficial de tipo intermitente, por lo tanto, se presenta ante la SEMARNAT para su evaluación y resolución.

3.2.1.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

De acuerdo con lo establecido en esta Ley, se vincula con los siguientes Artículos:

Artículo 7.- 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. Para ello, se garantizará que dichas cantidades sean significativas y se consideren, entre otros criterios, el de la capacidad de regeneración de los elementos naturales.

Vinculación: Este proyecto ha establecido los vínculos que tiene con todos instrumentos y ordenamientos jurídicos correspondientes, así como los lineamientos de dichos documentos para preservar el equilibrio del medio ambiente.

Artículo 10.- 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.

Vinculación: Durante la ejecución del Proyecto, se llevará a cabo una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente documento en conjunto con las que estipule la SEMARNAT en su resolución, con el objetivo de disminuir los impactos hacia el medio ambiente.

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

Por los residuos que se generarán a lo largo de las actividades y etapas que comprenden el Proyecto, se vinculan los siguientes Artículos:

Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

Vinculación: En caso de generarse residuos peligrosos a lo largo del desarrollo del proyecto, estos serán manejados conforme a la Normatividad. Así mismos, estos serán dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados.

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

Vinculación: En las etapas del proyecto se generarán residuos por los trabajadores. Estos se dispondrán en recipientes con tapa y debidamente etiquetados, para posteriormente ser dispuestos en los sitios de recolección estipulados por la autoridad municipal competente.

3.2.1.5. Ley General de Vida Silvestre

Esta Ley se vincula ya que el cuidado de la biodiversidad debe ser prioridad en la ejecución de este; y se debe cumplir con la Normativa vigente en caso del avistamiento de especies consideradas en riesgo dentro del área del Proyecto. Cabe mencionar que, el Proyecto no pretende llevar a cabo el traslado de ejemplares, más que en casos extraordinarios en los cuales sea necesario la reubicación de individuos, en estos casos, serán dispuestos en sitios que presenten las mismas características que el área donde fueron rescatados.

Respecto a los artículos en los cuales se vincula Proyecto, son los siguientes:

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

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

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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

Artículo 106. 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.

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

3.2.1.6. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

De acuerdo con lo establecido en esta Ley, se vincula con los siguientes Artículos:

Artículo 10. 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;

(...)

Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:

I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;

(...)

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.

Por lo expuesto anteriormente, se hace entrega del Presente DTU-B ya que es de competencia de la Federación la evaluación y resolución de esta materia, así mismo, se tiene por objetivo demostrar que se cumplen con los lineamientos establecidos para la autorización del CUSTF.

3.2.2. Reglamentos Federales

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

Respecto a lo establecido en este reglamento, se vincula con los siguientes artículos:

Artículo 4o.- Compete a la Secretaría:

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;

(...)

Vinculación: Por la naturaleza del Proyecto, se hace entrega a la Secretaría para su evaluación y resolución.

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

(...)

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

(...)

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

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

(...)

Vinculación: Al tratarse de un proyecto que involucra el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y la construcción de un puente vehicular que se encontrará dentro de un complejo industrial, se hace entrega del presente DTU-B a la Secretaría para su evaluación y resolución.

Artículo 36.- Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

Vinculación: Se firma y se anexa al DTU-B la carta bajo protesta de decir verdad, con base a lo establecido en este artículo.

3.2.2.2. 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.

Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquella será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

3.2.2.3. Reglamento de la Ley General de la 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.

Vinculación: 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.

3.2.2.4. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El presente proyecto se vincula con los siguientes artículos:

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

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

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

- I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;*
- II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;*
- III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;*
- IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y*
- V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.*

Vinculación: Se hace entrega del presente estudio ante la Secretaría para su evaluación y resolución en materia forestal.

3.2.2. Leyes Estatales

18.2.2.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas

El proyecto se vincula con los siguientes artículos:

Artículo 9.- 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.

(...)

Vinculación: Durante el desarrollo del Proyecto, se buscará garantizar el bienestar del medio ambiente.

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.

Vinculación: Durante el desarrollo el proyecto se llevará a cabo aplicación de medidas de mitigación y prevención, que ayudaran a garantizar que no se cometan actos que atenten contra el medio ambiente.

4.1.3.2. Ley de Protección para la Fauna del Estado de Chiapas

El proyecto se vincula con los siguientes artículos:

Artículo 16. 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.

Artículo 17. 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.

Vinculación: Durante todas las etapas que comprenden el Proyecto se tendrá la obligación de proteger y cuidar a las especies de Fauna Silvestre que pudieran encontrarse en los

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

alrededores, enfatizando su bienestar y prohibiendo cualquier tipo de daño que se pudiera infligir en los ejemplares.

3.2.3. Tratados o convenios internacionales

3.2.3.1. Convención de Humedales de Importancia Internacional

La Convención de Humedales de Importancia Internacional, o comúnmente denominada Convención de Ramsar fue adoptada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975, y corresponde al tratado intergubernamental que establece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales a nivel internacional.

De acuerdo con los datos vectoriales de Humedales Ramsar de México de la CONANP, el proyecto no se encuentra dentro de alguno, siendo el más cercano el Parque Nacional Cañón del Sumidero.

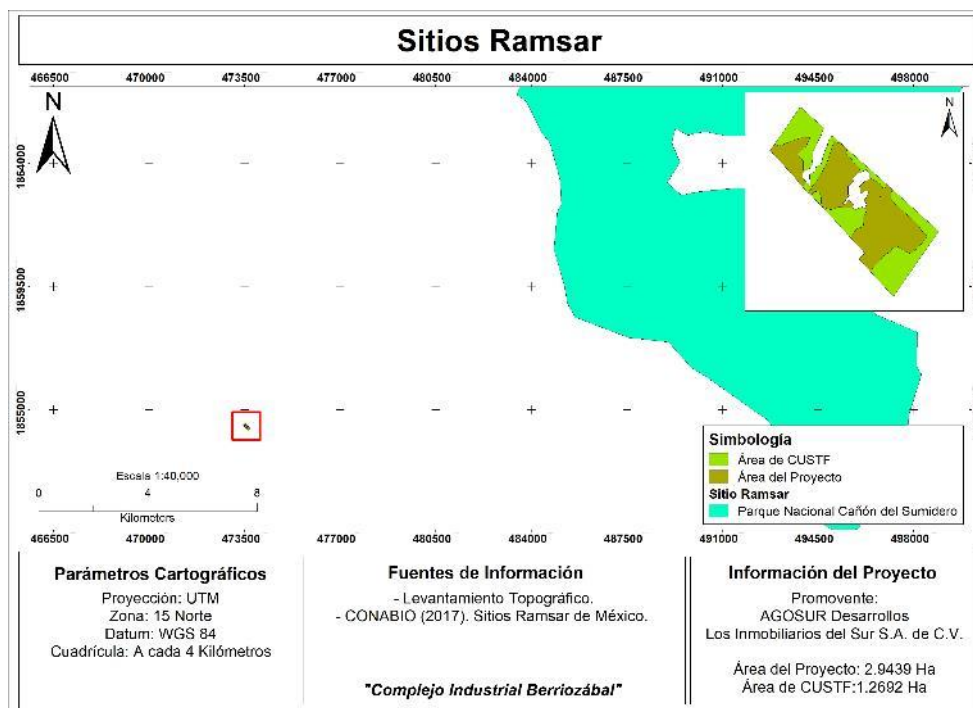


Figura 10. Sitio RAMSAR cercano al Proyecto.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR 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



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

ÍNDICE

CAPÍTULO 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	3
4.2.1 Elementos físicos	3
4.2.1.1. Clima	3
4.2.1.1.1. Precipitación (máxima, promedio anual, meses de mayor precipitación)	4
4.2.1.1.2. Temperatura (promedio anual)	5
4.2.1.1.3. Vientos (velocidades máximas y promedios).....	6
4.2.1.1.4. Fenómenos Meteorológicos	7
4.2.1.2. Suelos.....	7
4.2.1.2.1. Tipos de suelos	7
4.2.1.2.2. Grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica	9
4.2.1.2.2.1. Erosión Laminar Hídrica	9
4.2.1.2.2.2. Erosión Laminar Eólica	23
4.2.1.3. Geología.....	25
4.2.1.3.1. Origen geomorfológico del suelo	26
4.2.1.3.1.1. Provincia y Subprovincia Fisiográfica.....	27
4.2.1.3.1.2. Susceptibilidad a sismicidad, deslizamientos, 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	29
4.2.1.4. Topografía.....	31
4.2.1.4.1. Relieve del terreno.....	31
4.2.1.4.2. Elevaciones, Cerros, Montañas	31
4.2.1.4.3. Porcentajes Mínimos y Máximos de Pendientes	32

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4.2.1.5. Hidrología	33
4.2.1.5.1. Corrientes Superficiales, perennes y temporales	33
4.2.1.5.2. Flujos mínimos y máximos que sustentan y su temporalidad	34
4.2.2 Elementos biológicos	35
4.2.2.1. Vegetación	35
4.2.2.1.1. Provincia Biogeográfica en la que se ubica el Sistema Ambiental.....	36
4.2.2.1.2. Usos de suelo y vegetación	37
4.2.2.1.3. Caracterización de la vegetación	39
4.2.2.1.3.1. Metodología de muestreo	39
4.2.2.1.3.1.1. Confiabilidad de la muestra.....	41
4.2.2.1.3.1.2. Error de muestreo	44
4.2.2.1.3.2. Nombre común y científico de las especies arbóreas, arbustivas o herbáceas del Sistema Ambiental.....	44
4.2.2.1.3.2.1. Estrato Arbóreo	45
4.2.2.1.3.2.2. Estrato Arbustivo	46
4.2.2.1.3.2.3. Estrato Herbáceo.....	46
4.2.2.1.3.2.4. Especies No Maderables	47
4.2.2.1.3.3. Número de Individuos por Hectárea	47
4.2.2.1.3.3.1. Estrato Arbóreo	47
4.2.2.1.3.3.2. Estrato Arbustivo	49
4.2.2.1.3.3.3. Estrato Herbáceo.....	49
4.2.2.1.3.3.4. Especies No Maderables	50
4.2.2.1.3.4. Diversidad Florística a través de índices	50
4.2.2.1.3.4.1. Índice de Valor de Importancia	52
4.2.2.1.3.4.2. Índice de Shannon-Wiener	55
4.2.2.1.3.5. Identificar las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su anexo Normativo III	59
4.2.2.2. Fauna Silvestre.....	60
4.2.2.2.1. Metodología de muestreo	60

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4.2.2.2.2. Nombre común y científico de las especies, identificando las que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III	62
4.2.2.2.2.1. Especies registradas dentro del Sistema Ambiental.....	62
4.2.2.2.2.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.....	63
4.2.2.2.3. Determinar Abundancia Relativa y Diversidad Faunística en el Ecosistema donde se ubica el Proyecto	63
4.2.2.2.3.1. Riqueza de Especies	63
4.2.2.2.3.2. Abundancia y Abundancia Relativa	65
4.2.2.2.3.3. Índice de Shannon-Wiener	66
4.2.3. Medio socioeconómico.....	69
4.2.3.1. Demografía	69
4.2.3.1.1. Dinámica de la población	69
4.2.3.1.2. Crecimiento y distribución de la población.....	69
4.2.3.1.3. Estructura por sexo y edad	69
4.2.3.1.4. Natalidad y mortalidad.....	70
4.2.3.1.5. Migración	70
4.2.3.2. Población Económicamente Activa	70
4.2.4. Paisaje	70
4.3. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto	76
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	76
4.3.2. Indicar el acuerdo con la naturaleza del Proyecto y el ecosistema por los Servicios Ambientales que se verán afectados.....	77
4.3.2.1. Provisión del agua en calidad y cantidad	77
4.3.2.1.1. Estimación de la captura de agua para el área del Proyecto	79
4.3.2.1.2. Estimación de la captura de agua para el área de reforestación	79
4.3.2.2. Captura de carbono	80
4.3.2.2.1. Compensación de la pérdida en la captura del carbono	81

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4.3.2.3. Protección de la biodiversidad del ecosistema	82
4.3.2.4. Protección y recuperación de suelos.....	83
4.3.2.5. Amortiguamiento de impacto por fenómenos naturales	84
4.3.2.6. Paisaje y recreación	84
4.3.2.7. Captura de contaminantes	85
4.3.2.8. Modulación o regulación climática	85
4.3.2.9. Generación de oxígeno.....	85
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.....	86
4.4. Diagnóstico Ambiental	86

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Precipitación media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Temperatura media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 3. Unidades edáficas en el SA.</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 4. Ecuaciones regionalizadas para Factor R.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 5. Precipitación de la estación meteorológica dentro del SA.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 6. Coeficientes para Factor K, con base a la textura del suelo.</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 7. Tipos de suelo y claves edafológicas de acuerdo con la WRB.</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 8. Extensiones utilizadas.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 9. Ecuaciones usadas para determinar Factor LS.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 10. Rangos de Factor LS en el SA.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 11. Coeficientes de Factor C para la República Mexicana.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 12. Coeficientes de Factor C en el SA.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 13. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Hídrica en el SA.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 14. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 15. Valores de calificación de los suelos calcáreos.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 16. Calificación del uso de suelo (CAUSO).</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 17. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Hídrica en el SA.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 18. Unidades litológicas en el SA.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 19. Disponibilidad Media Anual de Acuífero Tuxtla.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 20. Sistemas de Topoformas en el SA.</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 21. Parámetros para cálculo de Tiempo de concentración del SA.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 22. Clases de USV dentro del SA.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 23. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del SA.</i>	<i>41</i>

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 24. Análisis experimental del muestreo del SA.</i>	44
<i>Tabla 25. Especies del estrato arbóreo del SA.</i>	46
<i>Tabla 26. Especies del estrato arbustivo del SA.</i>	46
<i>Tabla 27. Especies del estrato herbáceo del SA.</i>	47
<i>Tabla 28. Especies no maderables del SA.</i>	47
<i>Tabla 29. Número de individuos del estrato arbóreo del SA.</i>	49
<i>Tabla 30. Número de individuos del estrato arbustivo del SA.</i>	49
<i>Tabla 31. Número de individuos del estrato herbáceo del SA.</i>	50
<i>Tabla 32. Número de individuos de las especies no maderables del SA.</i>	50
<i>Tabla 33. Índice de Valor de Importancia del SA (Arbóreo).</i>	53
<i>Tabla 34. Índice de Valor de Importancia del SA (Arbustivo).</i>	54
<i>Tabla 35. Índice de Valor de Importancia del SA (Herbáceo).</i>	55
<i>Tabla 36. Índice de Valor de Importancia del SA (No maderables).</i>	55
<i>Tabla 37. Índice de Diversidad del SA (Arbóreo).</i>	57
<i>Tabla 38. Índice de Diversidad del SA (Arbustivo).</i>	57
<i>Tabla 39. Índice de Diversidad del SA (Herbáceo).</i>	58
<i>Tabla 40. Índice de Diversidad del SA (No maderables).</i>	58
<i>Tabla 41. Especies de Flora del SA con estatus de protección.</i>	60
<i>Tabla 42. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de Fauna.</i>	62
<i>Tabla 43. Especies de Fauna del SA.</i>	63
<i>Tabla 44. Especies de Fauna del SA con estatus de protección.</i>	63
<i>Tabla 45. Abundancia y abundancia relativa de anfibios en el SA.</i>	65
<i>Tabla 46. Abundancia y abundancia relativa de reptiles en el SA.</i>	65
<i>Tabla 47. Abundancia y abundancia relativa de aves en el SA.</i>	66
<i>Tabla 48. Abundancia y abundancia relativa de mamíferos en el SA.</i>	66
<i>Tabla 49. Diversidad de Shannon-Wiener de anfibios en el SA.</i>	67
<i>Tabla 50. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el SA.</i>	68
<i>Tabla 51. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el SA.</i>	68
<i>Tabla 52. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el SA.</i>	69
<i>Tabla 53. Distribución de la población por sexo y edad.</i>	69
<i>Tabla 54. Criterios para evaluación visual del paisaje.</i>	71
<i>Tabla 55. Valoración de la calidad paisajística.</i>	71
<i>Tabla 56. Parámetros de valoración para elementos paisajísticos.</i>	73
<i>Tabla 57. Valoración paisajística del Sistema Ambiental.</i>	75
<i>Tabla 58. Valoración paisajística del área del Proyecto.</i>	76
<i>Tabla 59. Volumen de infiltración actual del área de CUSTF.</i>	79
<i>Tabla 60. Volumen de infiltración del área del proyecto (posterior al CUSTF).</i>	79
<i>Tabla 60. Déficit de agua en el área de CUSTF.</i>	79

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 62. Volumen de infiltración actual del área de reforestación.</i>	80
<i>Tabla 63. Volumen de infiltración (posterior a la reforestación).</i>	80
<i>Tabla 64. Aumento de agua en el área de CUSTF.</i>	80
<i>Tabla 65. Ecuaciones alométricas de las especies que serán utilizadas en la reforestación.</i>	81
<i>Tabla 66. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 1 al 8).</i>	82
<i>Tabla 67. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 9 al 15).</i>	82
<i>Tabla 68. Comparación en los valores de carbono por actividades compensatorias.</i>	82
<i>Tabla 69. Servicios ambientales analizados.</i>	86

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Regionalización Hidrográfica donde incide el Proyecto.</i>	2
<i>Figura 2. Vista satelital del Sistema Ambiental.</i>	2
<i>Figura 3. Unidades climáticas en el SA.</i>	3
<i>Figura 4. Dirección del viento registrada en la EMA "Tuxtla".</i>	6
<i>Figura 5. Flujo del viento registrada en la EMA "Tuxtla".</i>	7
<i>Figura 6. Edafología presente en el SA.</i>	8
<i>Figura 7. Regionalización de Factor R en la República Mexicana.</i>	10
<i>Figura 8. Tipos de suelo en el SA.</i>	13
<i>Figura 9. MDE del área de estudio del SA.</i>	14
<i>Figura 10. Curvas de nivel en el área de estudio del SA.</i>	15
<i>Figura 11. TIN del área de estudio del SA.</i>	15
<i>Figura 12. MDE generado del área de estudio del SA.</i>	16
<i>Figura 13. Archivos Ráster resultantes.</i>	17
<i>Figura 14. Archivos Ráster creados para obtener Factor LS.</i>	18
<i>Figura 15. Factor LS en el SA.</i>	19
<i>Figura 16. Uso de Suelo y Vegetación presente en el SA.</i>	21
<i>Figura 17. Tipos de Degradación Laminar Hídrica presentes en el SA.</i>	22
<i>Figura 18. Tipos de Degradación Laminar Eólica presentes en el SA.</i>	25
<i>Figura 19. Unidades litológicas presentes en el SA.</i>	26
<i>Figura 20. Provincia fisiográfica donde se encuentra el SA.</i>	27
<i>Figura 21. Subprovincia fisiográfica donde se encuentra el SA.</i>	28
<i>Figura 22. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.</i>	28
<i>Figura 23. Peligro sísmico en el SA.</i>	29
<i>Figura 24. Acuífero en el que incide el SA.</i>	30
<i>Figura 25. Unidad geohidrológica en el que incide el SA.</i>	30
<i>Figura 26. Sistemas de Topoformas dentro del SA.</i>	31

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Figura 27. Altitudes presentes en el SA.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 28. Pendientes presentes en el SA.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 29. Regionalización hidrográfica del SA.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 30. Hidrología superficial dentro del SA.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 31. Provincias biogeográficas en el SA.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 32. Usos de suelo y vegetación en el SA.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 33. Diseño de unidades de muestreo para selvas.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 34. Localización de los sitios de muestreo del SA.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 35. Ejemplo de curvas de acumulación de especies.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 36. Imagen satelital del Sistema Ambiental.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 37. Imagen satelital del área del Proyecto.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 38. Esquema general del ciclo hidrológico.</i>	<i>78</i>

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Precipitación Media Mensual registrada en la estación No. 7372.</i>	<i>5</i>
<i>Gráfico 2. Temperatura Media Mensual registrada en la estación No. 7372.</i>	<i>6</i>
<i>Gráfico 3. Curva de Acumulación de especies del SA.</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico 4. Especies por grupo faunístico en el SA.</i>	<i>64</i>
<i>Gráfico 5. Riqueza de especies fauna en el SA.</i>	<i>64</i>

CAPÍTULO 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:** Comprende una superficie total de **2.9439 Ha** ocupando un área de **1.2692 Ha** que estarán sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) para la construcción de un puente vehicular y un complejo industrial en el Municipio de Berriozábal, Chiapas.
- **Zona de Influencia:** Por la naturaleza de la actividad, 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 cercanas al sitio serán influenciadas por el Proyecto.

Con base en el ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril del 2010, se localiza dentro de la **Subcuenca RH30Ej "Tuxtla Gutiérrez"**, en la **Cuenca RH30E "Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez"**, que forman parte de la **Región Hidrológica RH30 "Grijalva-Usumacinta"**, asimismo, se encuentra en la **Microcuenca Berriozábal**, como se observa en la Figura 1.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

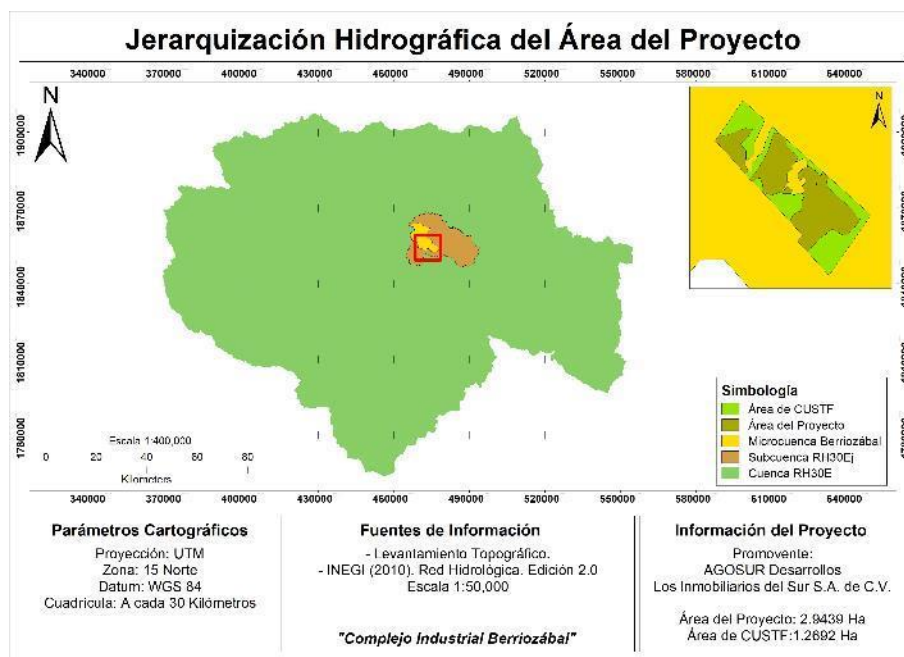


Figura 1. Regionalización Hidrográfica donde incide el Proyecto.

Por la incidencia del Proyecto en relación con la superficie de la Microcuenca Berriozábal, esta se seleccionará como Sistema Ambiental (SA). Por lo tanto, la descripción de los elementos físicos presentados a lo largo de este Capítulo será acotada a esta delimitación, la cual se puede observar en la Figura 2.

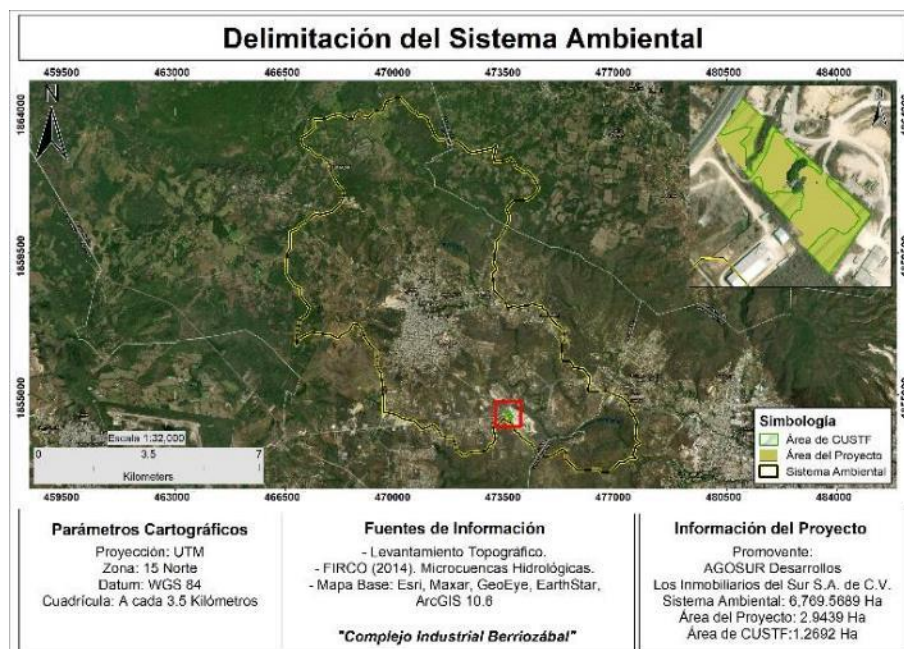


Figura 2. Vista satelital del Sistema Ambiental.

Su superficie de **6,769.5689 Ha** incorpora de manera integral los principales elementos del sistema natural que tendrán interacción con el desarrollo del proyecto. Asimismo, dicho

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

sistema muestra una mayor representatividad del Proyecto y su superficie abarca actividades socioeconómicas y el desarrollo de proyectos similares al que se encuentra bajo estudio, por lo que se considera el idóneo para su análisis.

También cabe aclarar que la información cartográfica contenida en este Documento se obtuvo a partir de las Cartas Temáticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Asimismo, para los aspectos biológicos y físicos se presenta la información en lo particular (sitio del Proyecto y SA) y en el caso de los aspectos socioeconómicos y culturales se presenta información general (Municipio y/o Estado).

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.

4.2.1 Elementos físicos

4.2.1.1. Clima

De acuerdo con los datos vectoriales de Unidades Climáticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2008), y a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1964) para su adaptación a las condiciones climáticas de la República Mexicana, el SA se encuentra en dos unidades, las cuales son **Aw1** (51.04%) y **Aw0(w)** (48.96%), ambas de tipo **Cálido Subhúmedo**, como se observa en la Figura 3.

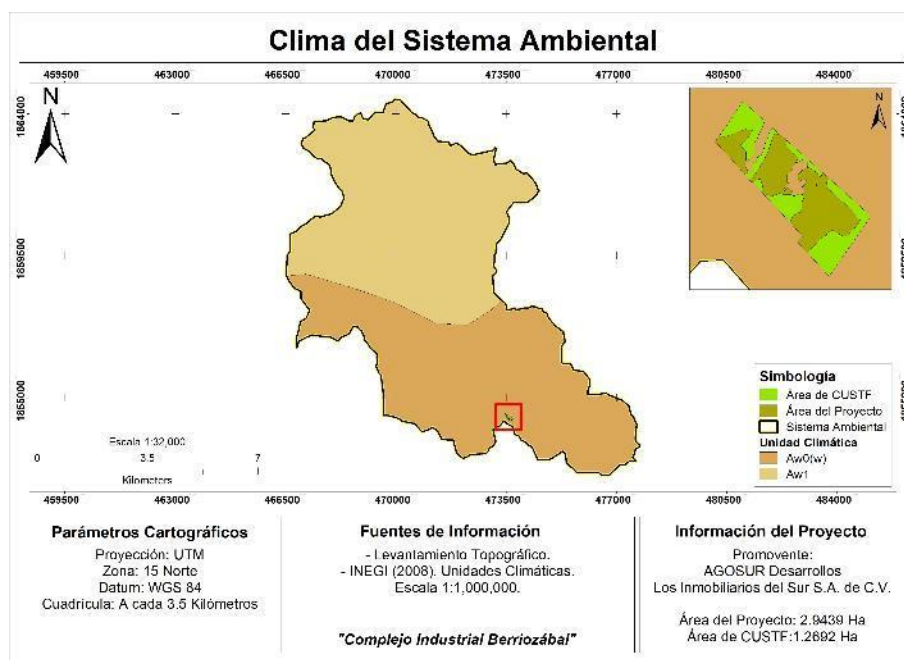


Figura 3. Unidades climáticas en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Las unidades climáticas se describen a continuación:

- **Aw1:** Corresponde al tipo de clima cálido subhúmedo con una temperatura media anual mayor a 22°C con lluvias en verano y sequías en invierno, con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2%.
- **Aw0(w):** Corresponde al tipo de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, se caracteriza por presentar una precipitación en el mes más seco entre 0 y 60 mm, con un cociente P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

4.2.1.1.1. Precipitación (máxima, promedio anual, meses de mayor precipitación)

Para obtener información más detallada de las condiciones meteorológicas, se obtuvieron datos de las Normales Climatológicas de la estación dentro del SA, la cual es la No. 7372 “Berriozábal”. Se presentan los datos correspondientes a la Precipitación (mm):

Estación No. 7372	
Mes	Precipitación (mm)
Enero	6.024
Febrero	4.064
Marzo	2.296
Abril	17.003
Mayo	78.158
Junio	217.780
Julio	150.960
Agosto	181.600
Septiembre	201.840
Octubre	95.800
Noviembre	19.330
Diciembre	9.960
Anual	893.500

Tabla 1. Precipitación media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.

De acuerdo con lo anterior, anualmente se tiene un promedio de 893.500 mm, donde el mes con mayor precipitación es junio, reportando 217.780 mm, y el que presenta menor cantidad de lluvia es marzo, con 2,296 mm.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

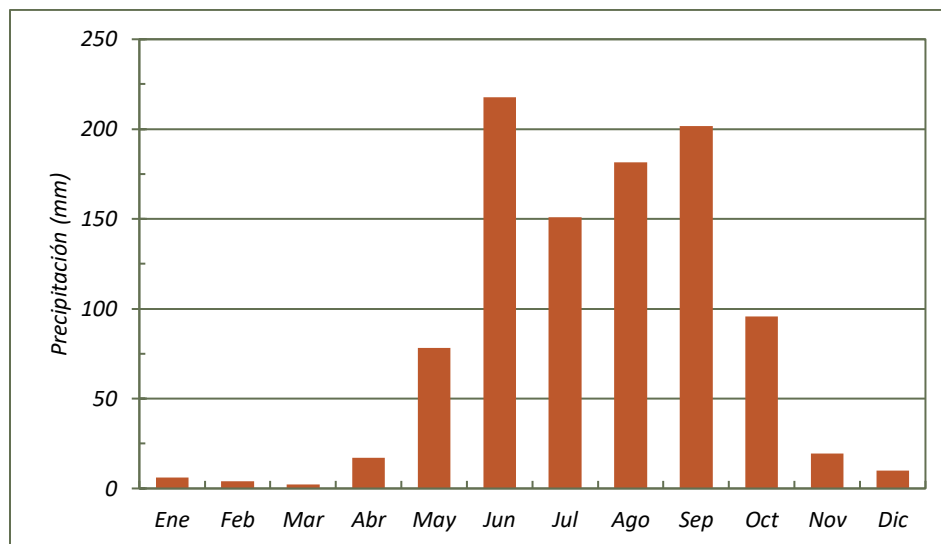


Gráfico 1. Precipitación Media Mensual registrada en la estación No. 7372.

4.2.1.1.2. Temperatura (promedio anual)

De la misma forma, para conocer las temperaturas presentadas en el área de estudio, se obtuvieron los datos de las Normales Climatológicas, los cuales se presentan en seguida:

Estación No. 7372	
Mes	Temperatura (°C)
Enero	19.994
Febrero	21.185
Marzo	22.387
Abril	24.232
Mayo	24.668
Junio	23.598
Julio	23.368
Agosto	23.553
Septiembre	23.011
Octubre	22.154
Noviembre	20.962
Diciembre	20.037

Tabla 2. Temperatura media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.

Con base a lo presentado, se observa que el mes donde se presentan temperaturas más altas es mayo, con 24.668 °C, y en el mes que se reportan las más bajas es enero, con un valor de 19.994 °C.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

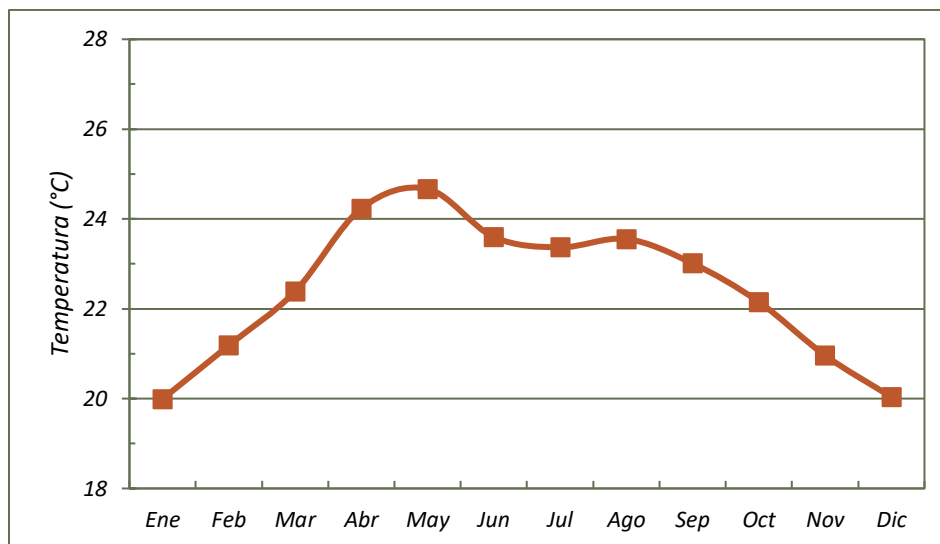


Gráfico 2. Temperatura Media Mensual registrada en la estación No. 7372.

4.2.1.1.3. Vientos (velocidades máximas y promedios)

Para conocer los valores correspondientes a la dirección y velocidad del viento, se obtuvieron los datos registrados en los últimos siete días por la Estación Meteorológica Automática (EMA) "Tuxtla", ya que es la más cercana al SA, a una distancia aproximada de 6.72 km hacia el este.

De acuerdo con los datos recabados, de forma predominante la dirección del viento proviene del Oeste y Noroeste, con velocidades mínimas de 0.50 m/s, promedio de 1.63 m/s y máximas de 11.10 m/s, como se puede apreciar en la Figura 4; y con respecto al flujo del viento, este se dirige hacia el Este y el Sureste, con velocidades mínimas de 0.50 m/s, promedio de 1.63 m/s y máximas de 11.10 m/s, como se puede apreciar en la Figura 5.

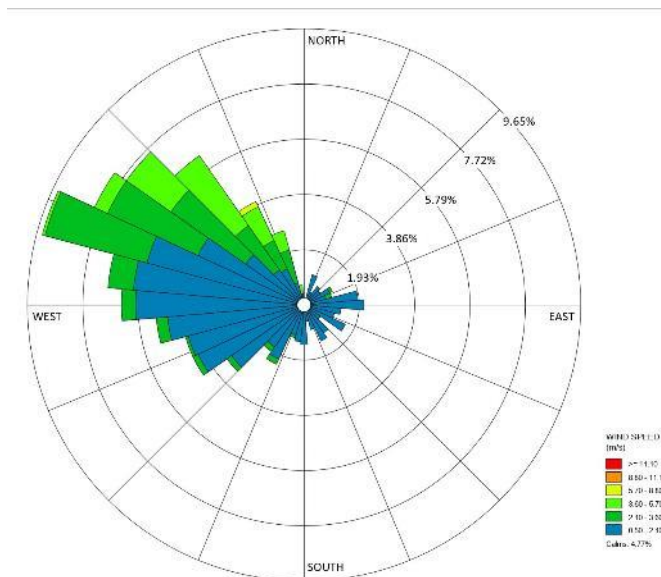


Figura 4. Dirección del viento registrada en la EMA "Tuxtla".

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

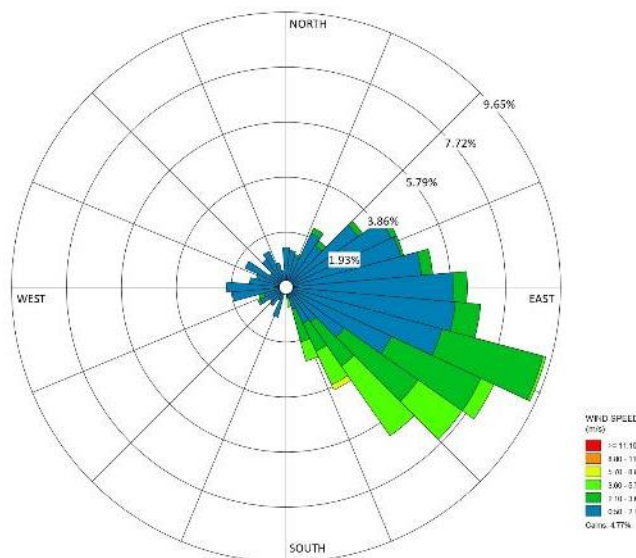


Figura 5. Flujo del viento registrada en la EMA "Tuxtla".

4.2.1.1.4. Fenómenos Meteorológicos

Para determinar la susceptibilidad del SA con respecto a diversos fenómenos meteorológicos, se consultaron los datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), obteniéndose lo siguiente:

- **Bajas Temperaturas:** En el SA presenta grado de riesgo Muy Bajo en toda su superficie.
- **Tormentas con Granizo:** En el SA se presenta riesgo Muy Bajo en toda la superficie.
- **Sequías:** En el SA se presentan dos clases de riesgo, **Bajo** en el 6.17% de la superficie, y **Medio** en el 93.83%.
- **Ciclones tropicales:** En el SA se presenta riesgo **Bajo** en la totalidad de la superficie.
- **Inundaciones:** En el SA se presentan dos clases de riesgo, **Alto** en el 0.10%, y **Medio** en el 99.90%.

4.2.1.2. Suelos

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que se encuentra formada por las diversas interacciones entre las condiciones climáticas, topográficas, actividades de los seres vivos (flora, fauna y seres humanos), y materiales parentales (rocas y minerales originarios) que se presentan en una zona.

4.2.1.2.1. Tipos de suelos

De acuerdo con los datos vectoriales de Edafológicos de la Serie II del INEGI (2007), en el SA se encuentran tres unidades edáficas, las cuales son presentadas en la Tabla 3.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Tipo de suelo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Leptosol	3703.6756	54.71
No Aplica	247.8956	3.66
Vertisol	2817.9978	41.63
Total	6769.5689	100.00

Tabla 3. Unidades edáficas en el SA.

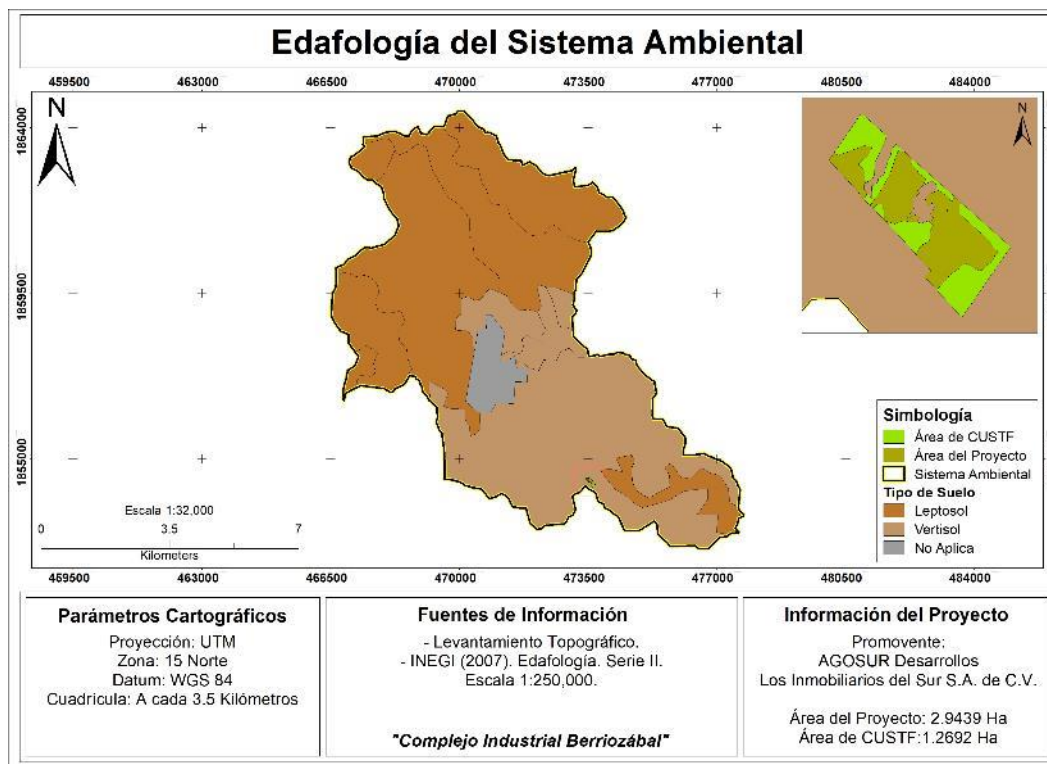


Figura 6. Edafología presente en el SA.

A continuación, se describen las unidades edáficas mencionadas en la Tabla 3:

Grupos de Suelos

- **Leptosol (LP):** Suelos muy delgados sobre roca continua y ricos en fragmentos gruesos. Se distribuyen en terrenos elevados o de mediana altitud y con fuertes pendientes topográficas en todas las zonas climáticas, particularmente en áreas intensamente erosionadas.
- **Vertisol (VR):** Suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles, se caracterizan por formar grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando estos se secan. Principalmente se distribuyen en zonas con climas tropicales y subtropicales, semiáridos a subhúmedos y húmedos con alternancias marcadas entre estaciones secas y húmedas.
- **No Aplica:** Corresponde a cuerpos de agua o zonas urbanizadas.

4.2.1.2.2. Grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica

4.2.1.2.2.1. Erosión Laminar Hídrica

Se ha observado que siempre existen pérdidas de suelo, aunque estas sean mínimas para algunos ecosistemas como el bosque y el pastizal en buenas condiciones. Para que el sistema se mantenga productivo sin sufrir degradación, es decir, con riesgo mínimo a la erosión, estas pérdidas deberán ser menores o iguales que las tasas de erosión permisibles.

Los Límites Permisibles de Erosión (LPE) se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Que las pérdidas de suelo sean menores o iguales a la velocidad de formación de suelo;
- Que las pérdidas de suelo se mantengan a un nivel que evite la formación de cárcavas y,
- Que las pérdidas de suelo permitan mantener una profundidad de suelo adecuada para sostener una productividad en el tiempo.

Los LPE son variables en diferentes sitios, ya que son una función de la profundidad, tipo y procesos formadores del suelo, así como del clima (Ríos, 1987; Figueroa, *et al.*, 1991).

Para el caso del presente proyecto, 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 ton/ha; pérdidas mayores significan degradación.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es la siguiente:

$$A = R * K * LS * C$$

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.

Erosividad (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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 4, Figura 7) determinada por Cortés (Becerra, 1997).

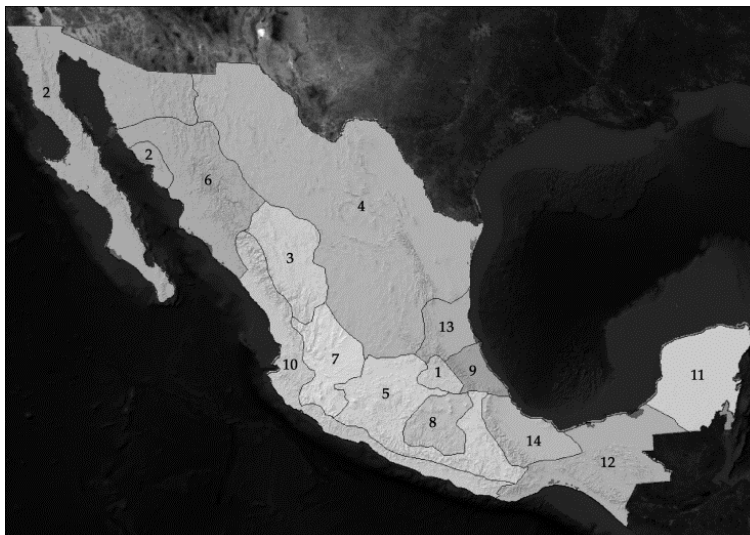


Figura 7. Regionalización de Factor R en la República Mexicana.

Región	Ecuación	R ²
1	$1.2078 * P + 0.002276 * P^2$	0.92
2	$3.4555 * P + 0.006470 * P^2$	0.93
3	$3.6752 * P - 0.001720 * P^2$	0.94
4	$2.8959 * P + 0.002983 * P^2$	0.92
5	$3.4880 * P - 0.000188 * P^2$	0.94
6	$6.6847 * P + 0.001680 * P^2$	0.90
7	$(-0.0334) * P + 0.0061 * P^2$	0.98
8	$1.9967 * P + 0.003270 * P^2$	0.98
9	$7.0458 * P - 0.002096 * P^2$	0.97
10	$6.8938 * P + 0.000442 * P^2$	0.95
11	$3.7745 * P + 0.004540 * P^2$	0.98
12	$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$	0.96
13	$10.7427 * P - 0.001008 * P^2$	0.97
14	$1.5005 * P + 0.002640 * P^2$	0.95

Tabla 4. Ecuaciones regionalizadas para Factor R.

Al interior del SA existe una Estación Climatológica, en la que la sumatoria de la Precipitación es de 984.80 mm, este valor se utilizara para el cálculo del Factor R.

Estación	Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
No. 7372 Berriozábal	Media	5.7	5.1	2.6	17.3	78.2	213.0	160.1	174.2	196.1	100.1	21.7	10.7	984.8

Tabla 5. Precipitación de la estación meteorológica dentro del SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 o
- 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 siguiente tabla:

Clave	Textura		
	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (3)
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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Clave	Textura		
	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (3)
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. Coeficientes para Factor K, con base a la textura del suelo.

Clasificación WRB					
Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave
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
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. Tipos de suelo y claves edafológicas de acuerdo con la WRB.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

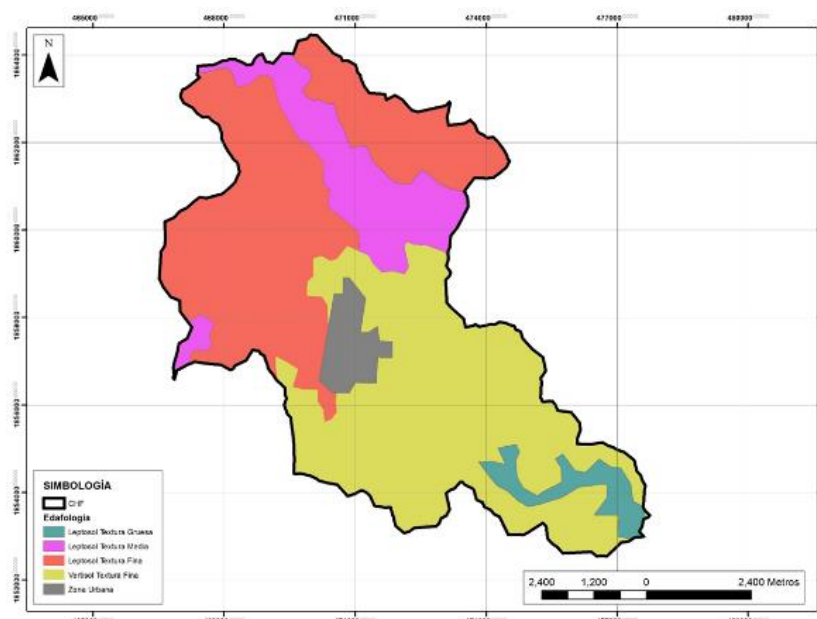


Figura 8. Tipos de suelo en el SA.

Factor LS.

La metodología del cálculo del factor longitud y grado de pendiente (LS) es el siguiente:

Longitud y grado de la pendiente (FACTOR LS)

La metodología establecida en la determinación del factor longitud y grado de pendiente (LS) fue el establecido por 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 L es el factor de longitud de la pendiente; λ es la longitud de la pendiente en metros; m es el exponente influenciado por la longitud y grado de la pendiente; 22.13 tamaño estándar de una parcela de observación.

El exponente m se calcula mediante la siguiente ecuación.

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

F (β) se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

Donde β es el ángulo de la pendiente.

La longitud de la pendiente se calcula mediante la ecuación siguiente:

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

Donde DX es la distancia entre pixeles.

Inclinación (grado) de la pendiente (S)

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

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

Donde S es el factor de inclinación de la pendiente; β es el ángulo de la pendiente.

Descripción del Proceso

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

Al archivo shapefile de la poligonal del SA donde se localiza el proyecto, se creó un cuadro alrededor de la misma, 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°. De la página de INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Ráster, posteriormente se delimito dicho archivo al del recuadro, esto con uso de la extensión Extracción de Spatial Analyst.

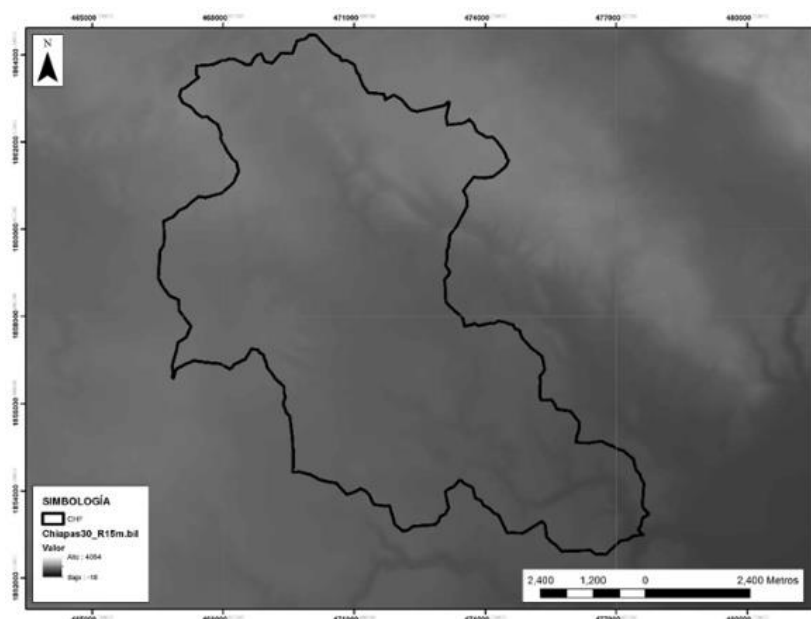


Figura 9. MDE del área de estudio del SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

A partir de este archivo se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile a cada 100 metros.

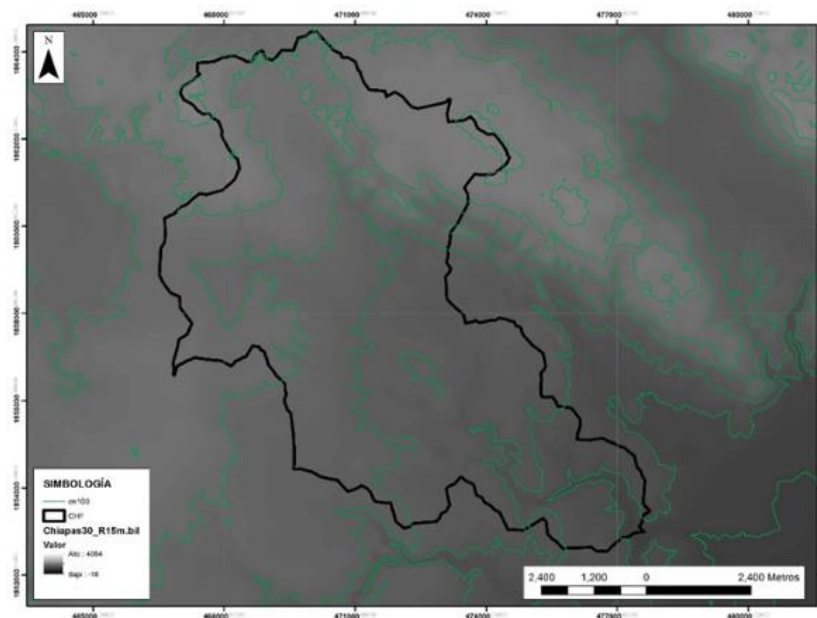


Figura 10. Curvas de nivel en el área de estudio del SA.

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.

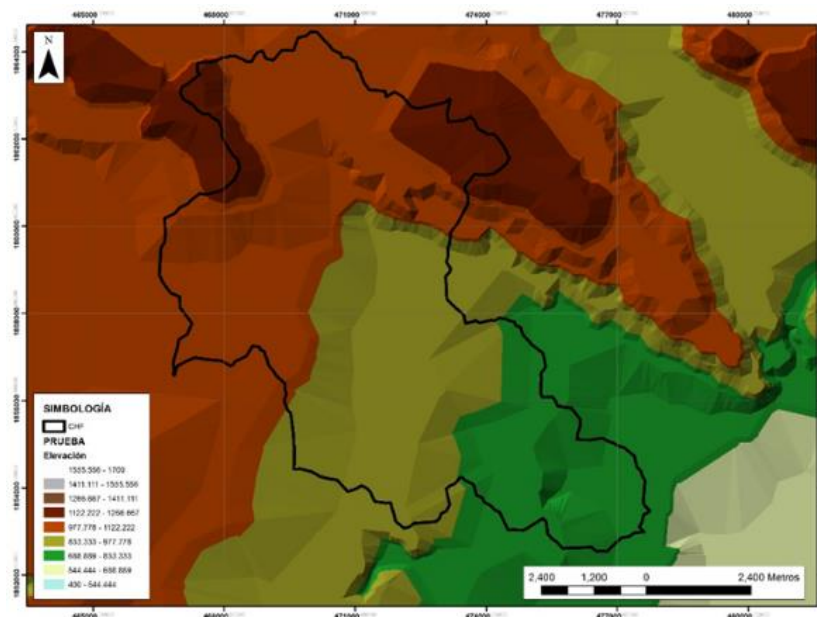


Figura 11. TIN del área de estudio del SA.

Para obtener el Modelo Digital de Elevación (MDE) del SA se convirtió la extensión conversión de Tin a Ráster (3D Analyst).

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

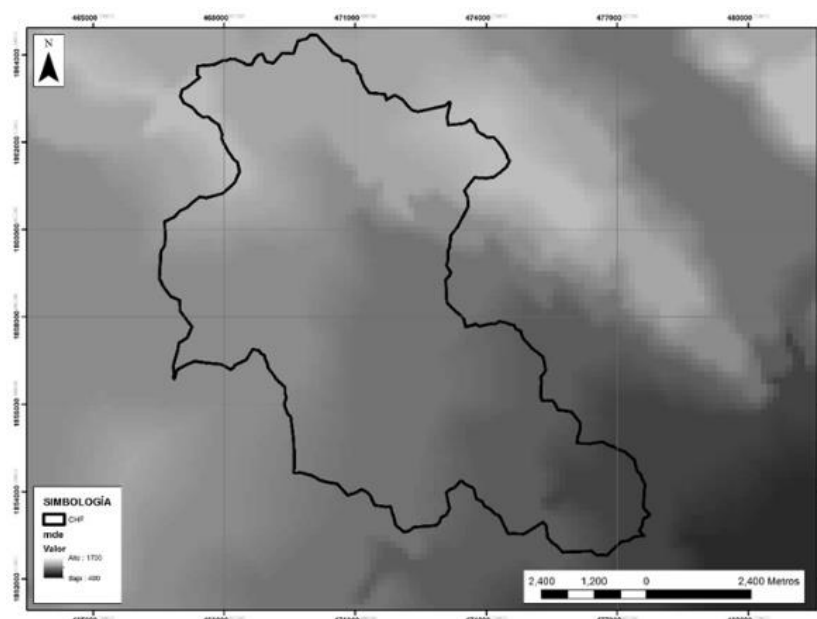
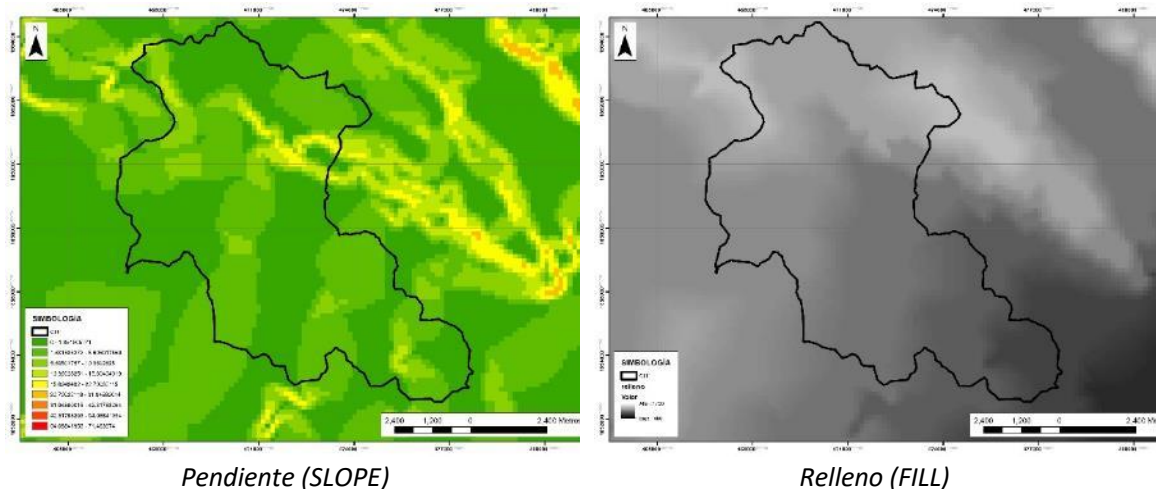


Figura 12. MDE generado del área de estudio del SA.

Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los siguientes archivos Ráster con ayuda de las siguientes extensiones.

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

Tabla 8. Extensiones utilizadas.



Pendiente (SLOPE)

Relleno (FILL)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

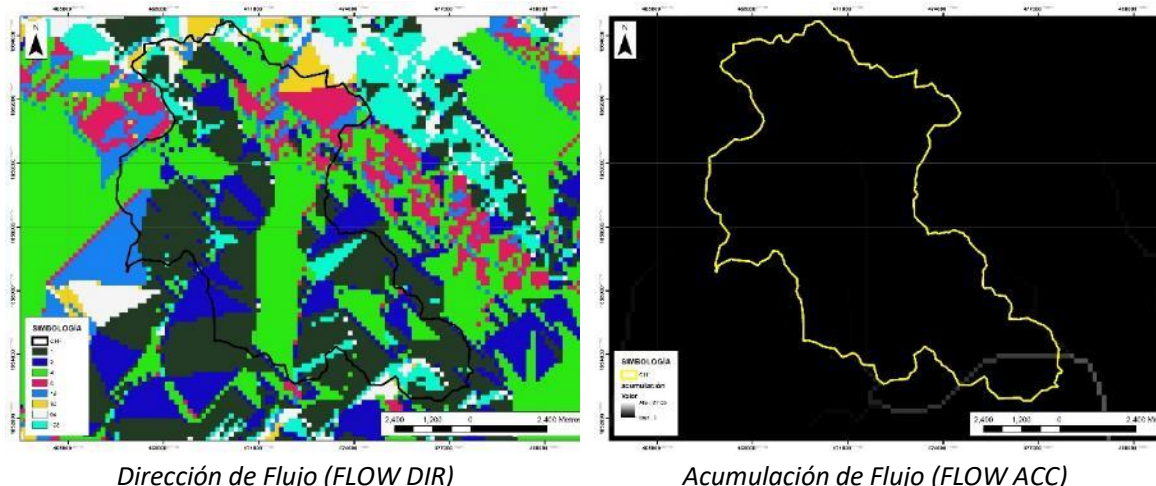
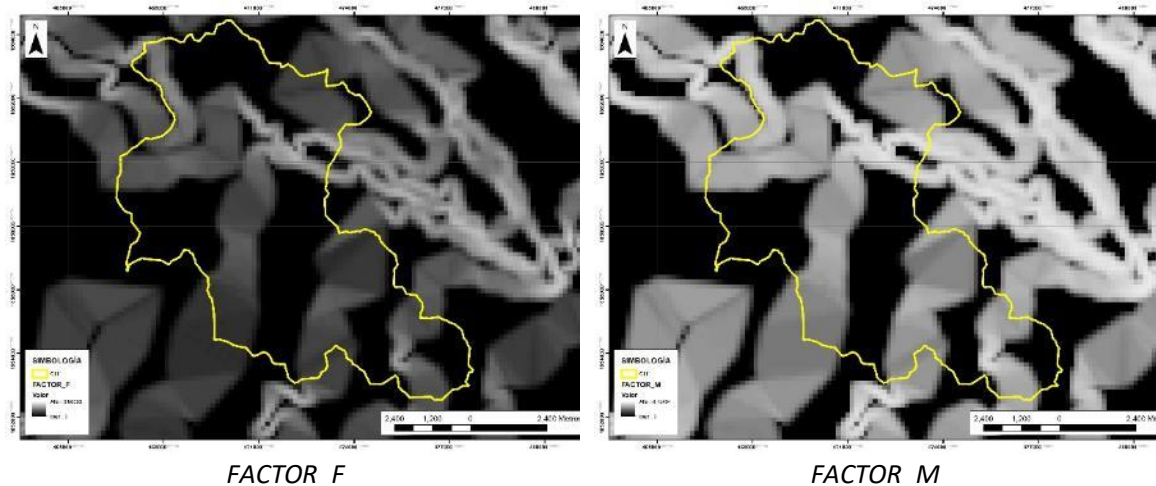


Figura 13. Archivos Ráster resultantes.

Luego con la Calculadora Ráster de la extensión Algebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las siguientes operaciones.

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.
$\text{"\%factor\_F.tif\%"} / (1 + \text{"\%factor\_F.tif\%"})$	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 usadas para determinar Factor LS.



Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

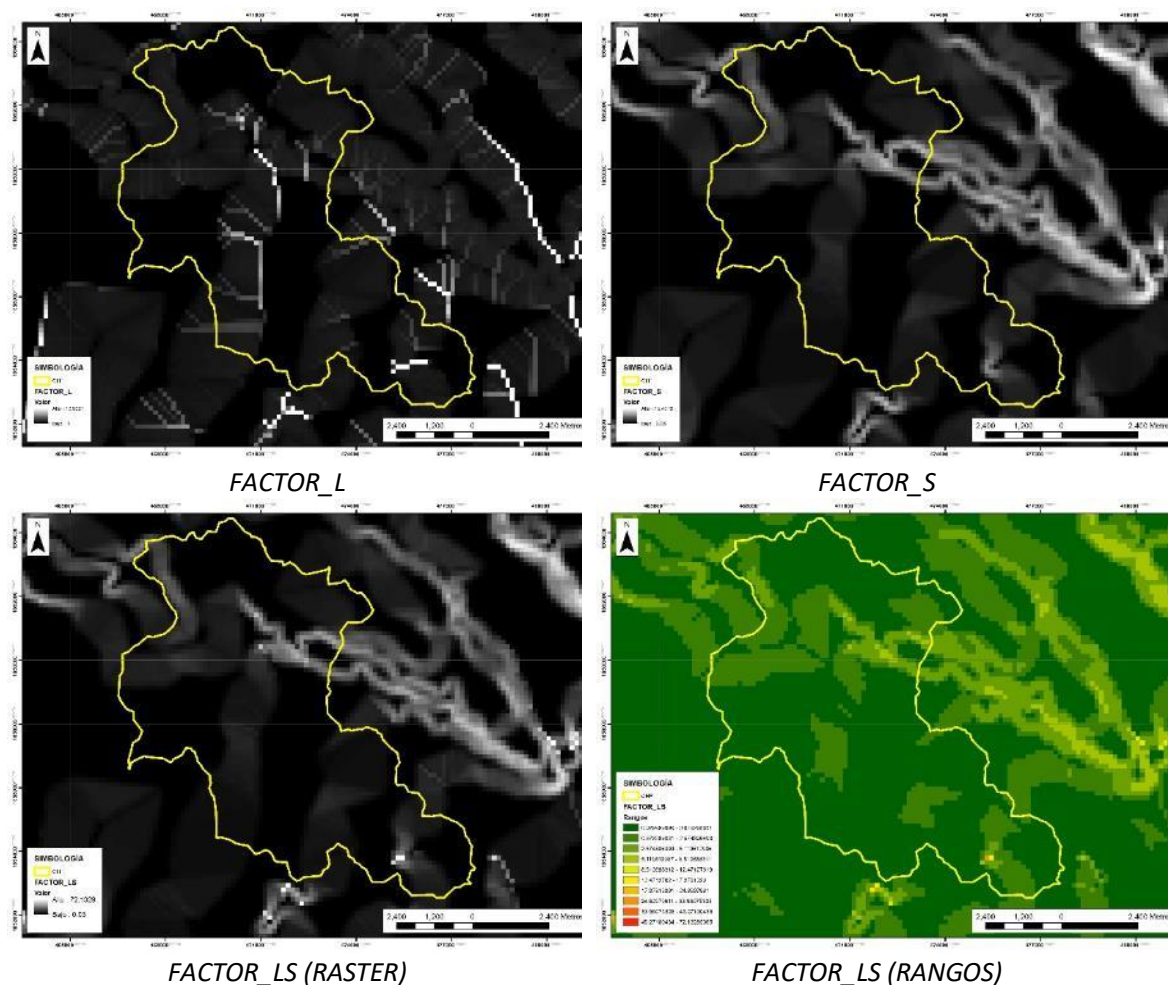


Figura 14. Archivos Ráster creados para obtener Factor LS.

El Factor LS es dado en rangos, para establecerle un valor se determinó tomar como el valor promedio entre ambos valores, quedando de la siguiente manera:

Clase	Rango		Factor_LS
	Menor	Mayor	
1	0.029999999	0.878268831	0.4541
2	0.878268831	2.574806493	1.7265
3	2.574806493	5.119612986	3.8472
4	5.119612986	8.512688311	6.8162
5	8.512688311	12.47127619	10.4920
6	24.6297961	33.96075325	29.2953

Tabla 10. Rangos de Factor LS en el SA.

Como se observa en la siguiente figura, el SA en su mayoría se encuentra con valores del Factor LS de 0.4494.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
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	Tular	0.10
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaula	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 11. Coeficientes de Factor C para la República Mexicana.

El SA presenta distintos Usos de Suelo y Vegetación, por lo que se utilizó un valor de C diferente, siendo el siguiente:

Uso de Suelo y Vegetación	Factor C
Agricultura de Temporal Anual	0.75
Agricultura de Temporal Permanente	0.75
Asentamientos Humanos	0.005
Desprovistos de Vegetación	--
Pastizal Cultivado	0.02
Pastizal Inducido	0.02
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	0.45
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	0.50
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	0.50
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	0.45

Tabla 12. Coeficientes de Factor C en el SA.

Para el caso de las áreas Desprovistas de Vegetación, se le asigna un valor de 1 al valor del Factor C.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

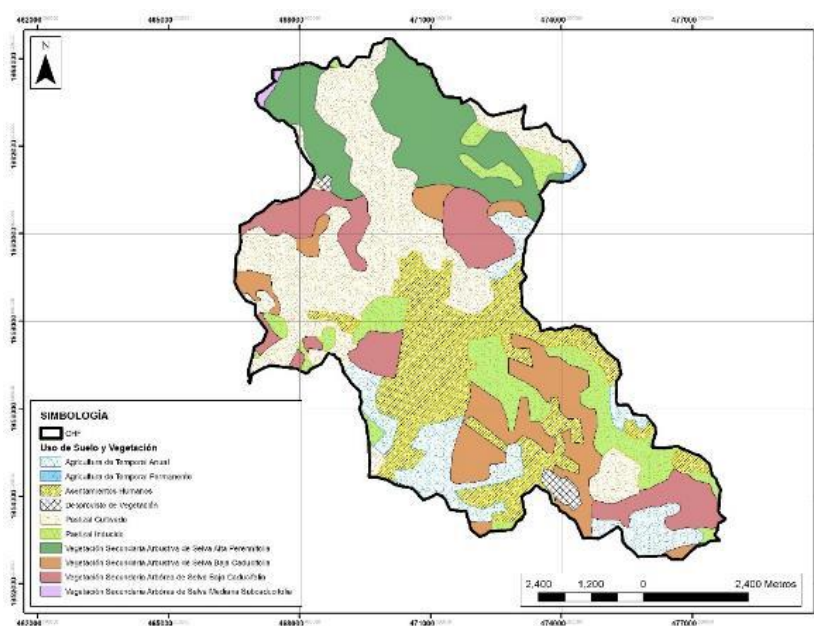


Figura 16. Uso de Suelo y Vegetación presente en el SA.

Estimación del Proceso Erosivo Actual en el SA

Factor R.

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

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

P corresponde a la Precipitación media anual. Se utilizó el valor de 1,020.3 mm de precipitación media anual siendo el promedio de las estaciones cercanas al SA:

$$R = (2.4619 \times 984.80) + (0.006067) \times (984.80)^2 = 2,424.48 + 0.006067 \times (969,831.04) \\ 2,424.48 + 5,883.96 = \mathbf{8,308.44}.$$

Factor R = 8,308.44 Mj/Ha mm/hr.

Factor K = 0.007, 0.02, 0.013 y 0.026.

Factor LS = 0.4541, 1.7265, 3.8472, 6.8162, 10.4920 y 29.2953.

Factor C = 0.005, 0.020, 0.450, 0.500, 0.750 y 1.000.

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:

$$EH_{POT} = R * K * LS * C$$

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 EH_{POT} la Degradación dominante es la categorizada como **Ligera** donde se

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

presenta una tasa erosiva de menor a 12 Ton/Ha/Año, ocupando el 60.18% de la superficie del SA.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	4,074.04	60.18%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	1,354.06	20.00%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	990.26	14.63%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	351.20	5.19%
Sin información	-----	0.00	0.00%
Total		6,769.57	100%

Tabla 13. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Hídrica en el SA.

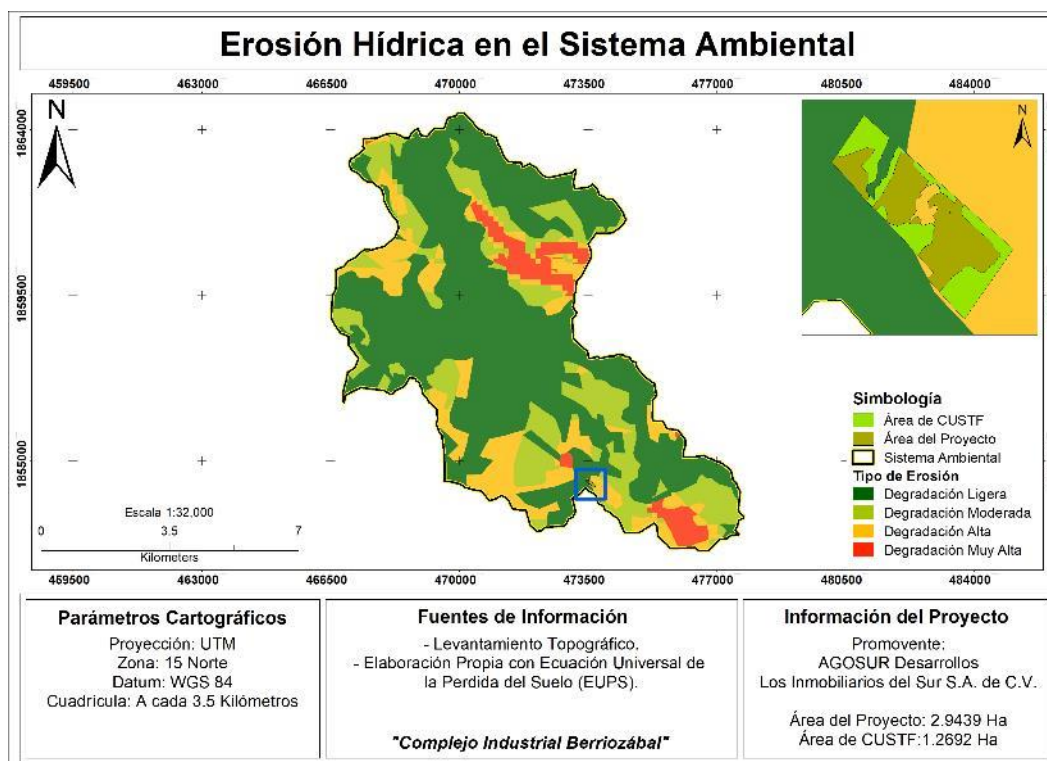


Figura 17. Tipos de Degradación Laminar Hídrica presentes en el SA.

Erosión Hídrica 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 **269,693.22 Ton/Año**.

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

4.2.1.2.2.2. Erosión Laminar Eólica

Para determinar si una región es propensa a la Erosión Laminar Eólica se aplicó la siguiente metodología:

1. Con base en el PECRE es posible estimar el parámetro IAVE, 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 IAVE se determina con base en la expresión siguiente:

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

Donde PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019.$$

Sustituyendo tenemos:

$$PECRE = 0.2408 * (984.80) - 0.0000372 * (984.80)^2 - 33.1019 = \mathbf{167.96}.$$

$$\mathbf{PECRE = 167.96}.$$

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

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660 (167.96) = \mathbf{31.87}.$$

$$\mathbf{IAVIE = 31.87}.$$

Por lo que, los suelos presentes en el SA son propensos a la degradación eólica.

2. Habiendo determinado el área como zona de influencia de erosión eólica, se procedió a obtener los factores que al multiplicarse estimarán la cantidad de suelo perdido por este tipo de erosión, esto expresado en ton/ha/año.

Con la información de las unidades de suelo, se estableció si se trata o no de suelos calcáreos.

3. En los suelos **no calcáreos** se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2 y 3 y las fases gravosa y pedregosa. Los valores de calificación se obtuvieron de la siguiente tabla:

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos.
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Tabla 14. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.

4. En el caso de las unidades de **suelo calcáreos**, la calificación de la textura y la fase fue de acuerdo con los siguientes valores.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o Gravosa

Tabla 15. Valores de calificación de los suelos calcáreos.

En el SA se ubican sobre suelos no calcáreos, por lo que el valor de CATEX es el siguiente: Leptosol de textura 1, 2 y 3 por lo que se le asigna un valor CATEX de 3.5, 1.,25 y 1.85 respectivamente, el Suelo Vertisol de textura Fina se le asigna un valor CATEX de 1.85.

5. A continuación, se procedió a calificar el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

CAUSO	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.20	Agricultura de riego
0.15	Monte o Matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

Tabla 16. Calificación del uso de suelo (CAUSO).

Cálculo de la Erosión Eólica Potencial (EO_{POT}).

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$Erosión\ Eólica\ Potencial = IAVE \times CATEX \times CAUSO$$

Se realizó la verificación respecto al cálculo de la Erosión Eólica Potencial con la aplicación del Programa ArcGIS 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Ráster, obteniendo que para el SA la EO_{POT} la Degradación dominante es la categorizada como **Ligera** donde se presenta una tasa erosiva de 12 a 50 Ton/Ha/Año, ocupando el 42.31% de la superficie del SA:

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	2,628.69	38.83%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	2,864.34	42.31%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	1,266.67	18.71%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	9.87	0.15%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.00	0.00%
Sin información	-----	0.00	0.00%
Total		6,769.57	100%

Tabla 17. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Hídrica en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

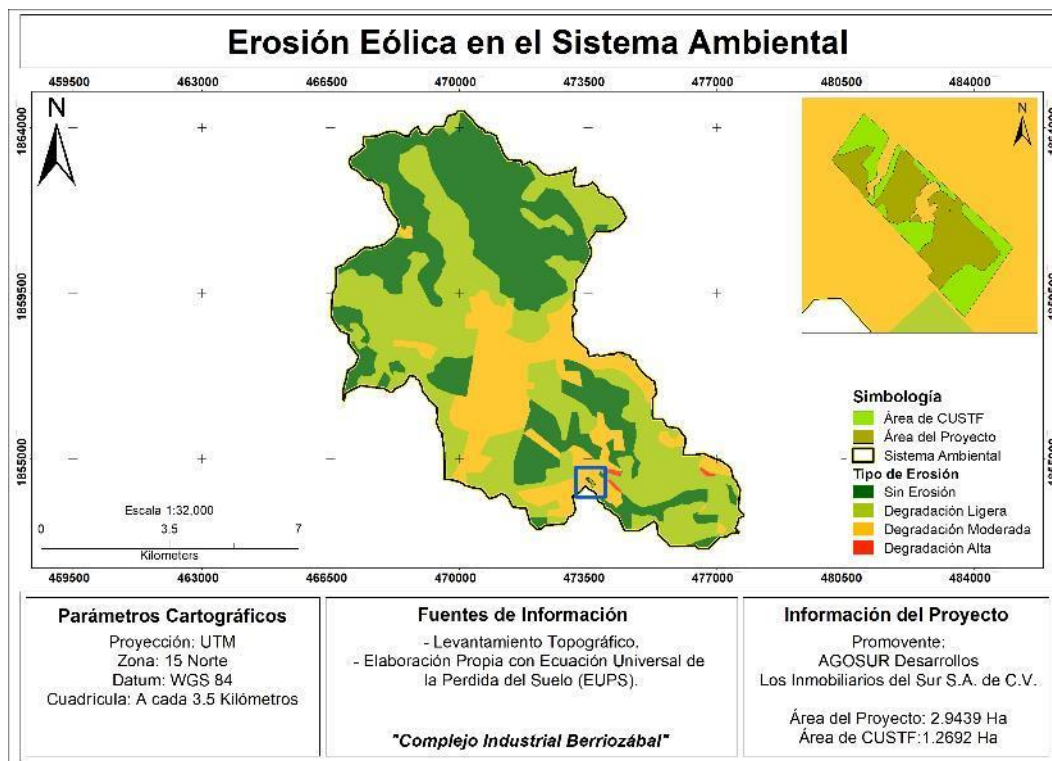


Figura 18. Tipos de Degradación Laminar Eólica presentes en el SA.

Erosión Eólica Real

Si se desea conocer la Erosión Eólica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EO_{POT} por la superficie de cada Polígono, el resultado refleja la Erosión Eólica Actual presente, lo anterior es conocido también como Erosión Eólica Real Actual (EO_{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 Eólica Real Actual es de **173,639.80 Ton/Año**.

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

4.2.1.3. Geología

De acuerdo con los datos vectoriales de la Carta Geológica de la República Mexicana del Servicio Geológico Mexicano (2017), en el SA se encuentran tres unidades litológicas, las cuales se presentan en la Tabla 18.

Unidad Litológica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Caliza-Dolomía	703.8191	10.40
Caliza-Lutita	5942.9428	87.79
Lutita-Arenisca	122.8070	1.81
Total	6769.5689	100.00

Tabla 18. Unidades litológicas en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

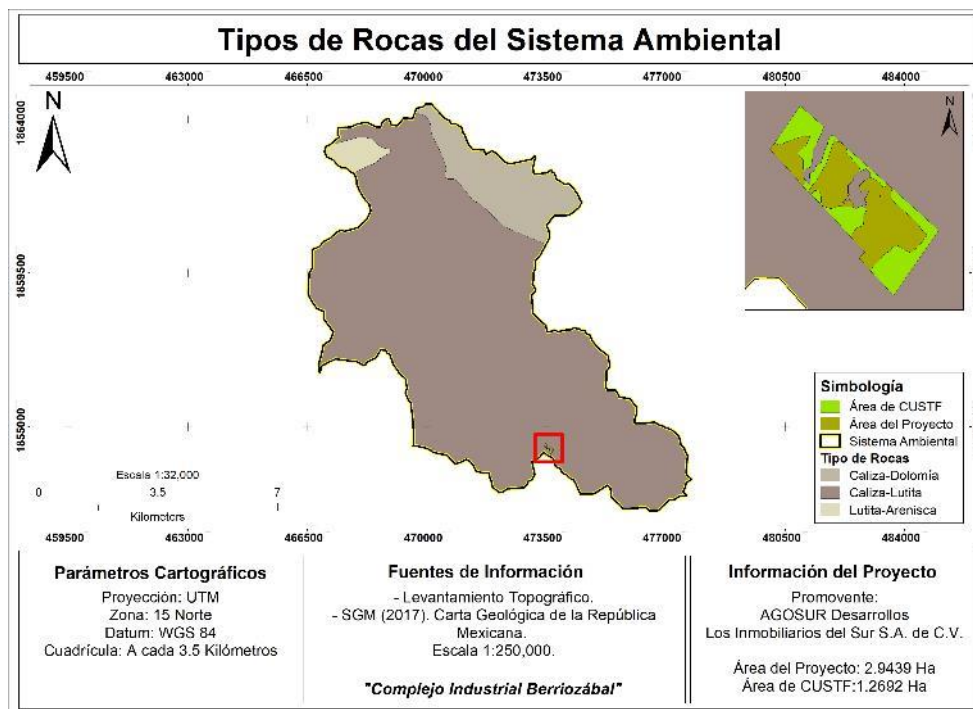


Figura 19. Unidades litológicas presentes en el SA.

A continuación, se describen las unidades litológicas presentes en el SA:

- **Caliza-Dolomía:** Roca química o bioquímica, constituida de carbonato de calcio (>80 CaCO_3) y por carbonato de calcio y magnesio en un 80%-90% $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.
- **Caliza-Lutita:** Roca química o bioquímica, constituida de carbonato de calcio (>80 CaCO_3) y material terrígeno muy fino (arcillas) de 1/256 mm.
- **Lutita-Arenisca:** Roca constituida por material terrígeno muy fino (arcillas) de 1/256 mm y por minerales, fragmentos del tamaño de arena 1/16 mm a 2 mm.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

4.2.1.3.1.1. Provincia y Subprovincia Fisiográfica

Con base a los datos vectoriales de Provincias Fisiográficas del INEGI (2001), el SA se encuentra dentro de las **Sierras de Chiapas y Guatemala**, como se observa en la Figura 20. Esta provincia se sitúa entre los estados de Chiapas y Oaxaca, extendiéndose desde la Sierra Madre del Sur en Oaxaca, hasta la frontera con Guatemala; en el estado de Chiapas, ocupa la porción sur y se extiende en las proximidades del Océano Pacífico, constituyendo una divisoria de Aguas Continentales que deja al Sur sobre la vertiente del Pacífico y al Norte los Valles Centrales de Chiapas.

Esta provincia tiene rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental.

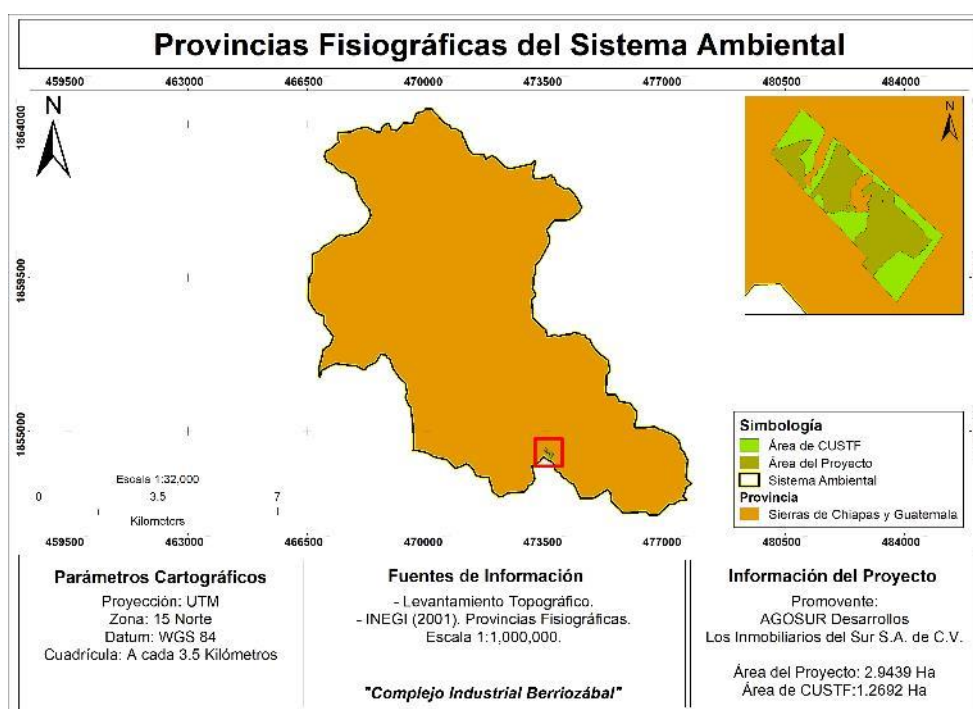


Figura 20. Provincia fisiográfica donde se encuentra el SA.

Respecto a los datos vectoriales de Subprovincias Fisiográficas del INEGI (2001), el SA se sitúa dentro de los **Altos de Chiapas**, como se aprecia en la Figura 21. Esta subprovincia se caracteriza por presentar diversas formaciones, influenciadas por la topografía de la zona, exhibiendo sierras, llanuras, mesetas, lomeríos, valles y cañones.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

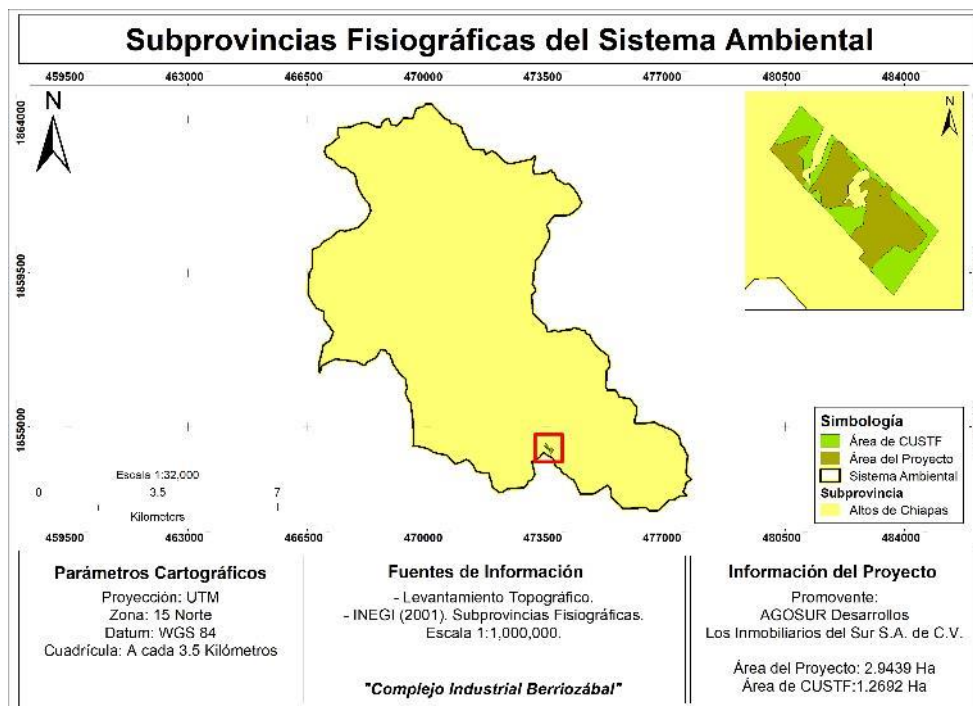


Figura 21. Subprovincia fisiográfica donde se encuentra el SA.

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

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, localizada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta.

Particularmente, Chiapas se encuentra entre los Estados con mayor sismicidad en el país, debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico.



Figura 22. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Para conocer la susceptibilidad sísmica en el SA, se utilizaron los datos vectoriales de la Regionalización Sísmica de la República Mexicana de la Comisión Federal de Electricidad (2015), se determinó que la CHF se localiza dentro de la **Zona C**, la cual presenta un peligro **Alto** (Figura 23).

La **Zona C**, junto con la Zona B, son consideradas como intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

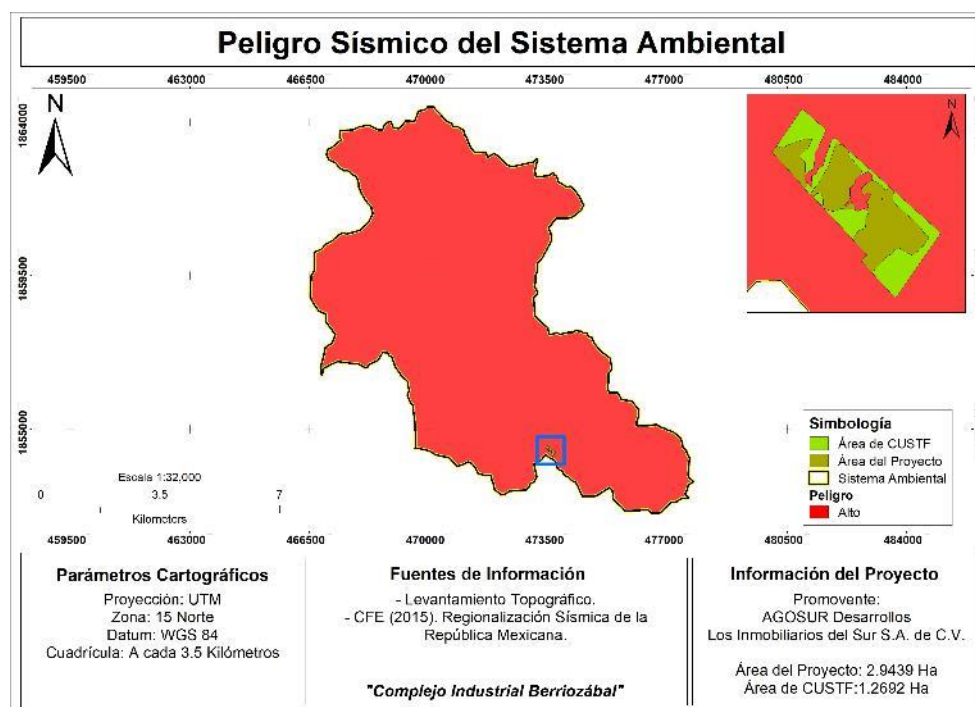


Figura 23. Peligro sísmico en el SA.

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

Respecto al agua subterránea en la República Mexicana, se tienen definidos 653 acuíferos, del cual provienen aproximadamente 38.7% del agua que se utiliza en el país.

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. Cuenta con abundantes recursos naturales y una compleja orografía que ha dificultado a través del tiempo su integración al desarrollo del resto del país.

El SA se encuentra dentro del **Acuífero No. 0703 “Tuxtla”**, como se observa en la Figura 24. Este acuífero se localiza en la parte centro-oriente del estado de Chiapas, cubriendo una superficie aproximada de 5,104 km², y está considerado con Disponibilidad.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

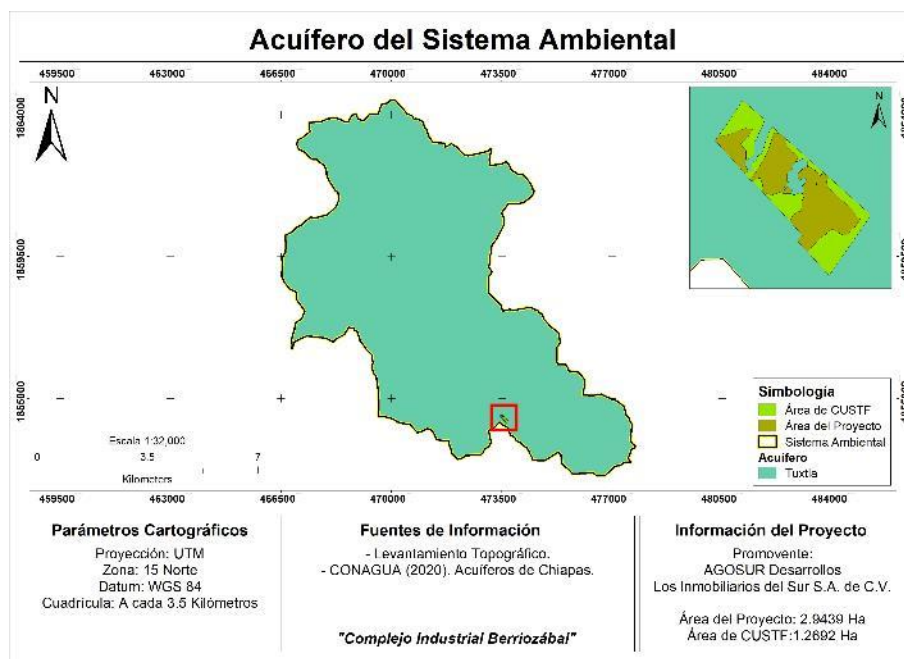


Figura 24. Acuífero en el que incide el SA.

A continuación, se presentan la disponibilidad del agua subterránea:

Concepto	Valor	Unidad
Recarga	440.60	hm ³ /año
Descarga Natural Comprometida	0.00	
Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas	49.06	
Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	191.53	

Tabla 19. Disponibilidad Media Anual de Acuífero Tuxtla.

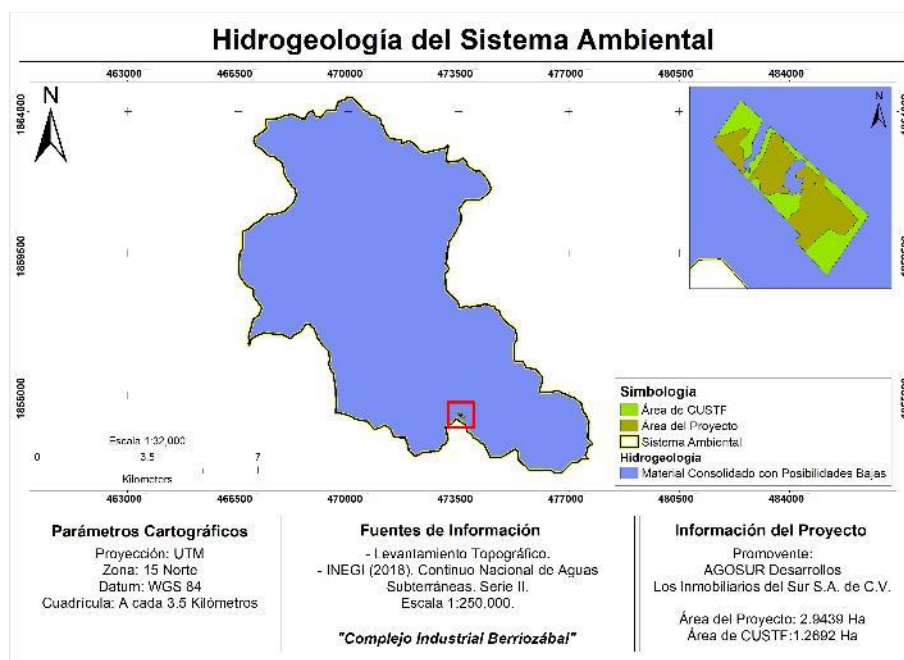


Figura 25. Unidad geohidrológica en el que incide el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Respecto a los datos vectoriales de Aguas Subterráneas del INEGI (2002), el SA se encuentra en la unidad hidrogeológica **Material Consolidado con Posibilidades Bajas**, como se observó en la Figura 25.

4.2.1.4. Topografía

4.2.1.4.1. Relieve del terreno

Con base a los datos vectoriales de Topoformas del INEGI (2001), en el SA se encuentran tres sistemas, los cuales se presentan en la Tabla 20:

Sistemas de Topoformas	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Lomerío típico	5,331.9748	78.76
Llanura aluvial con lomerío	30.8120	0.46
Sierra alta de laderas tendidas	1,406.7821	20.78
Total	6,769.5689	100.00

Tabla 20. Sistemas de Topoformas en el SA.

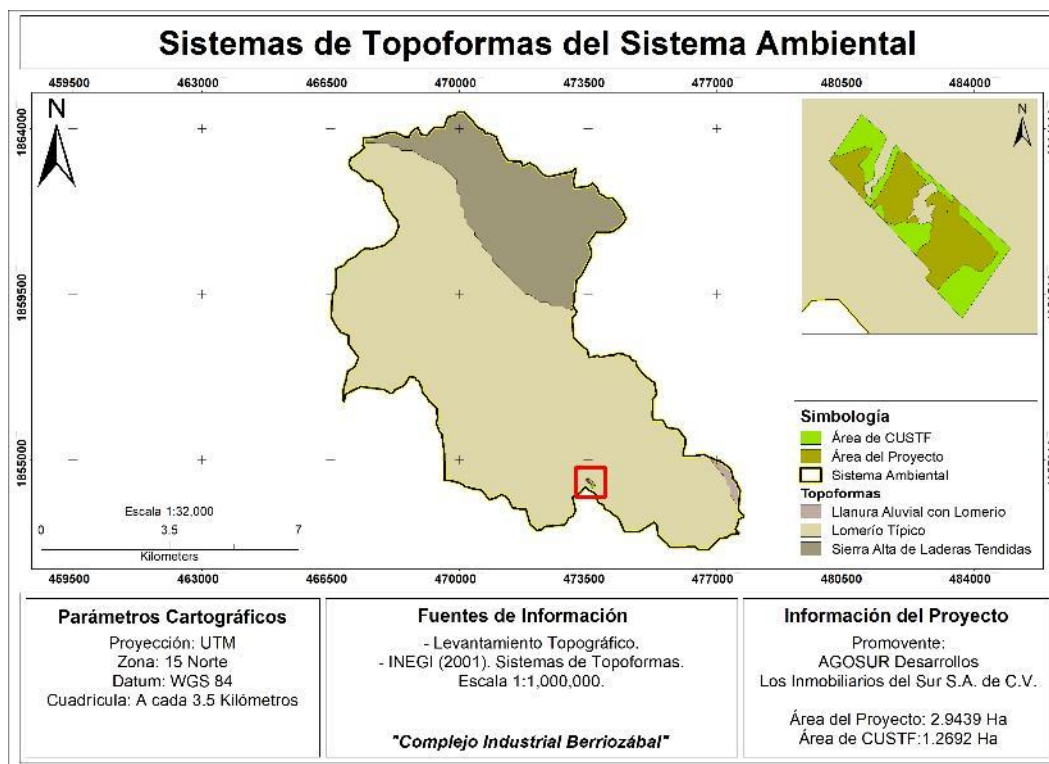


Figura 26. Sistemas de Topoformas dentro del SA.

4.2.1.4.2. Elevaciones, Cerros, Montañas

De acuerdo con el Continuo de Elevaciones Mexicano (2017), en el SA se tiene un rango de altitudes que va desde los **641 m.s.n.m.** hasta los **1,237 m.s.n.m.**, como se observa en la Figura 27.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

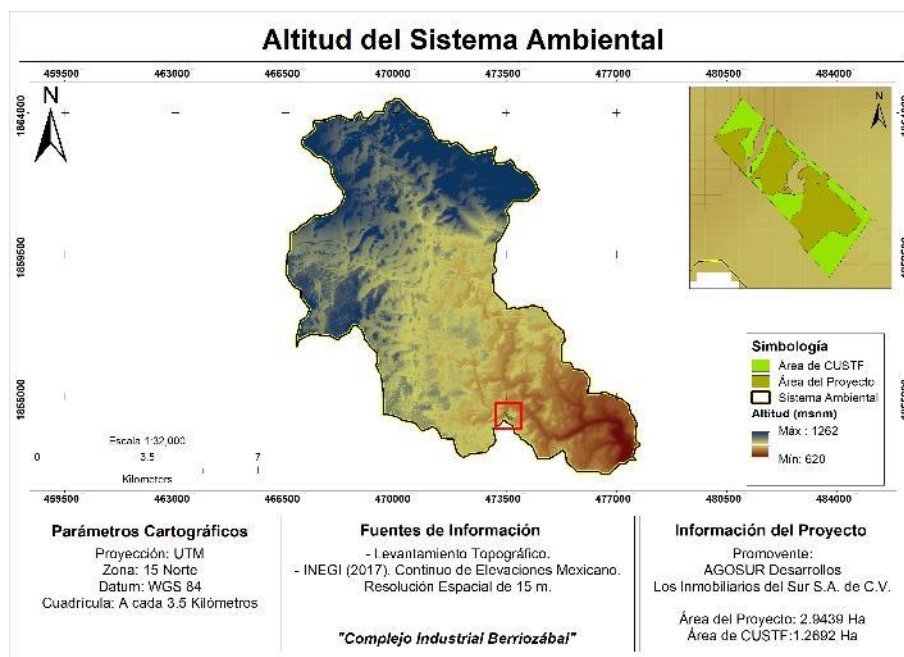


Figura 27. Altitudes presentes en el SA.

Las principales elevaciones que se presentan dentro del SA son los Cerros El Chapucero y La Tienda, ubicados en las inmediaciones de la Cabecera Municipal de Berriozábal.

4.2.1.4.3. Porcentajes Mínimos y Máximos de Pendientes

De acuerdo con el modelo de pendiente generado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano del INEGI (2017), en el SA se tienen pendientes mínimas de 0-2 % (Planas o casi planas) y máximas >70% (Muy escarpadas); como se observa en la Figura 28:

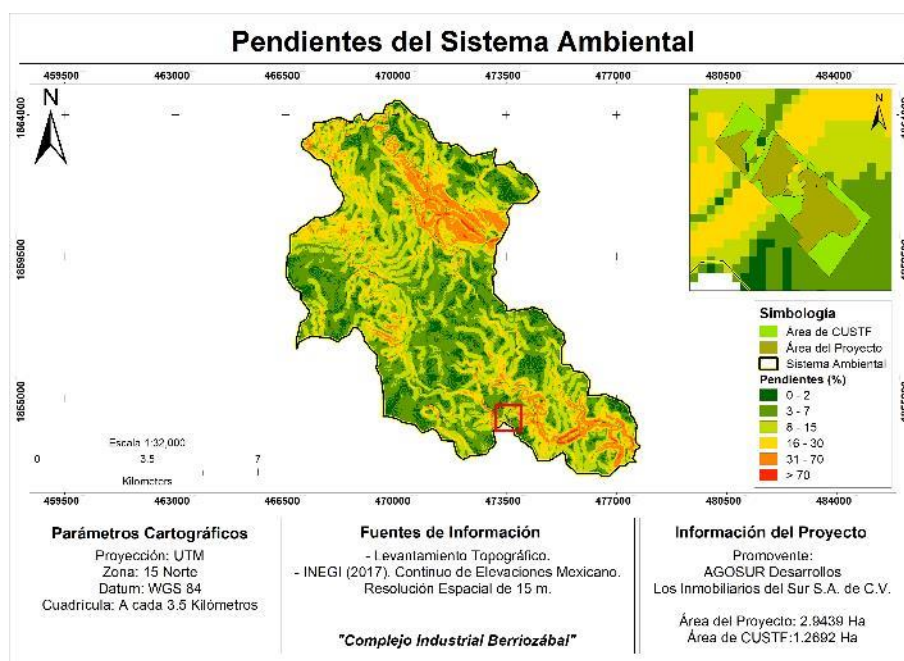


Figura 28. Pendientes presentes en el SA.

4.2.1.5. Hidrología

Con base en el ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril del 2010, se localiza dentro de la **Subcuenca RH30Ej "Tuxtla Gutiérrez"**, en la **Cuenca RH30E "Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez"**, que forman parte de la **Región Hidrológica RH30 "Grijalva-Usumacinta"**, asimismo, se encuentra en la **Microcuenca "Berriozábal"**, como se observa en la Figura 29.

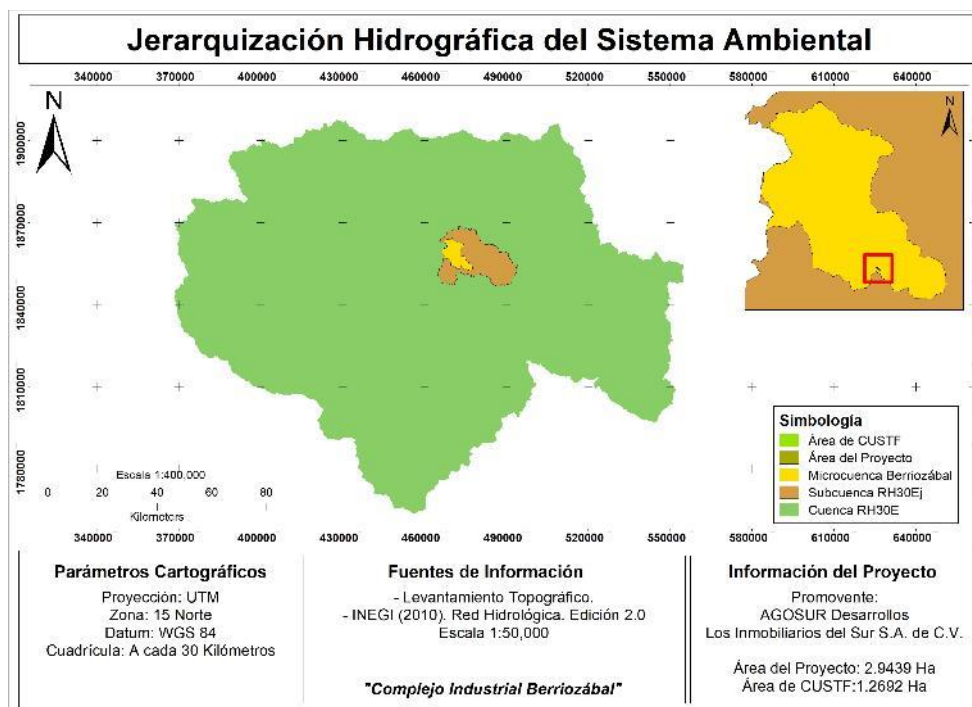


Figura 29. Regionalización hidrográfica del SA.

4.2.1.5.1. Corrientes Superficiales, perennes y temporales

De acuerdo con los datos vectoriales de la Red Hidrológica del INEGI (2010), en el SA se tienen corrientes de tipo **Intermitente**, como se observa en la Figura 30; donde las principales corrientes son el Río Sabinal y el Manantial la Cueva del Perro.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

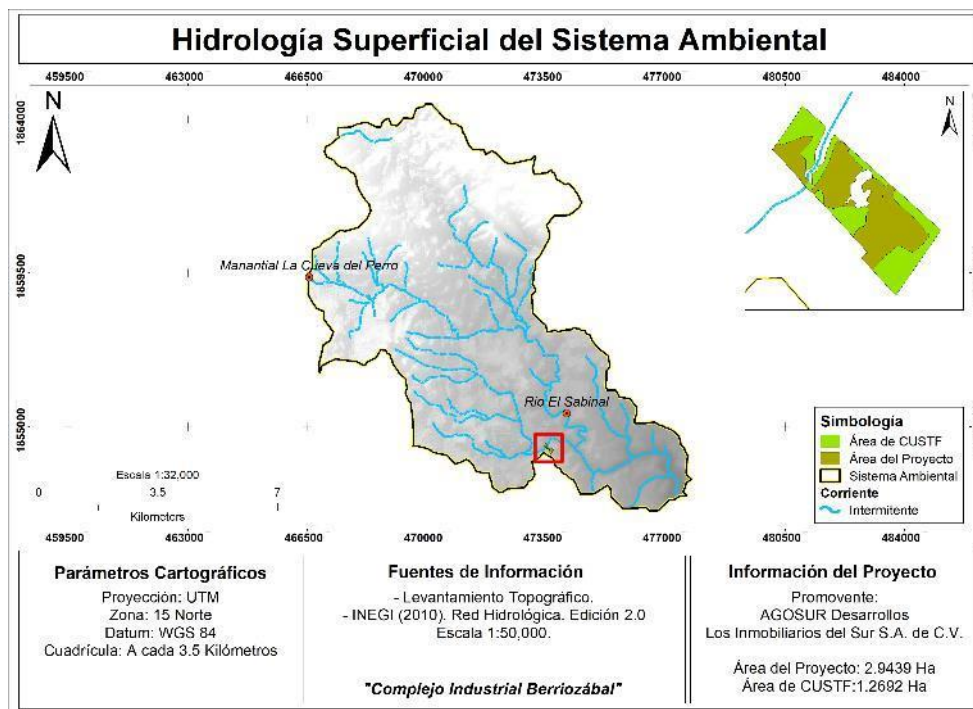


Figura 30. Hidrología superficial dentro del SA.

4.2.1.5.2. Flujos mínimos y máximos que sustentan y su temporalidad

De acuerdo con lo presentado en el apartado anterior, de acuerdo con los datos de la Red Hidrológica del INEGI (2010), dentro del SA se tienen corrientes intermitentes y perennes, con una longitud total de 194.5167 km, categorizadas en primer, segundo, tercer y cuarto orden.

Para determinar el tiempo de concentración (T_c), es decir, el periodo de temporal en el cual una gota de lluvia escurre superficialmente desde el punto más lejano de la cuenca hasta el de salida; se utilizan ecuaciones empíricas que toman diversos parámetros relacionados con la morfometría de la cuenca. Para este caso, se utilizará el modelo planteado por Ven Te Chow (1994), el cual se presenta a continuación:

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

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L_c = Longitud del cauce principal en km

CM_c = Cota mayor del cauce principal en msnm.

Cm_c = Cota menor del cauce principal en msnm.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 21 se presentan los datos morfométricos del SA para determinar el Tiempo de concentración para la corriente principal dentro de la misma, la cual corresponde al Río Sabinal.

Variable	Valor	Fuente de datos
L_c	17.61	Red Hidrológica (INEGI, 2010)
CM_c	1,061.00	Continuo de Elevaciones Mexicano (INEGI, 2013)
Cm_c	626.00	

Tabla 21. Parámetros para cálculo de Tiempo de concentración del SA.

Sustituyendo en la ecuación, se obtiene lo siguiente:

$$T_c = 0.8773 \left(\frac{17.61^{1.5}}{\sqrt{1,061.00 - 626.00}} \right)^{0.64} = 2.00$$

De acuerdo con el resultado obtenido, en el SA se tiene un Tiempo de Retención de **2.00 horas**.

4.2.2 Elementos biológicos

4.2.2.1. Vegetación

Al igual que en la caracterización de los aspectos físicos del medio, para los elementos del medio biológico, la información que se presenta en los siguientes apartados será para la Cuenca Hidrológico Forestal.

La vegetación de México es una de las más diversas a nivel global; se considera que la gran mayoría de los grandes tipos de vegetación de la Tierra se encuentran representados en el territorio del país. Sin embargo, actualmente se han observado grandes alteraciones en la vegetación forestal, como resultado de las actividades antropogénicas.

De acuerdo con el sistema de clasificación desarrollado por el INEGI para la generación de la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación, para catalogar los diferentes grupos de comunidades vegetales, se consideran los siguientes parámetros:

➤ Tipos de vegetación

Se refiere a las diferentes agrupaciones vegetales que se presentan dentro de la República Mexicana, que forman cada uno de los grandes grupos de vegetación que forman parte de la Información ecológica, florística y fisonómica, considerándose un total de 58 tipos.

➤ Desarrollo de la Vegetación:

Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera los siguientes:

- **Vegetación Primaria:** Es aquella en la que la vegetación no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- **Vegetación Secundaria:** Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

➤ **Fases de vegetación secundaria**

Se refiere a la forma de vida presente y su altura en las fases sucesionales de la vegetación que ha sido alterada o perturbada, considerándose tres estratos:

- Vegetación Secundaria Herbácea
- Vegetación Secundaria Arbustiva
- Vegetación Secundaria Arbórea

4.2.2.1.1. Provincia Biogeográfica en la que se ubica el Sistema Ambiental

Para una descripción de la Flora y Fauna de grandes extensiones de tierra, así como la clasificación de la biodiversidad ecosistémica de México, se realizó la regionalización biogeográfica del país, estableciendo 2 regiones, 1 zona de transición, 14 provincias y 42 distritos.

De acuerdo con los datos vectoriales de Regiones Biogeográficas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (1997), el SA se encuentra entre dos regiones, las cuales son, Costa de Chiapas (1.24%) y Golfo de México (98.76%), como se puede apreciar en la Figura 31.

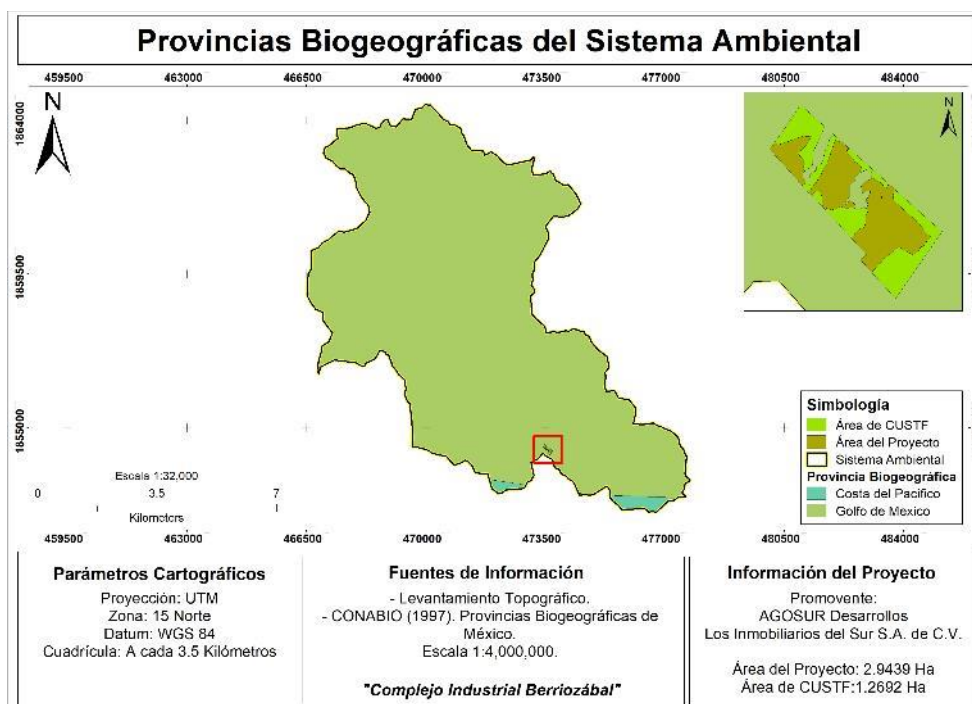


Figura 31. Provincias biogeográficas en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

A continuación, se describen las provincias biogeográficas mencionadas:

- **Costa Pacífica:** Esta provincia corresponde a una franja angosta e ininterrumpida en la costa pacífica de México (estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas), Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. La vegetación consiste en bosques tropicales estacionalmente secos, bosques tropicales húmedos, sabanas y palmares.
- **Golfo de México:** Esta provincia abarca desde la cuenca del río San Fernando hacia el sur, hasta el río Candelaria, donde inicia la Península de Yucatán. Las selvas altas y medianas perennifolias dominan el paisaje, aunque en un estado muy perturbado. La mayor parte de las especies de esta provincia tienen una amplia distribución en las selvas perennifolias del Golfo de México y el Caribe (como *Pleopeltis fallax*).

4.2.2.1.2. Usos de suelo y vegetación

De acuerdo con los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VII del INEGI (2021), en el SA se tiene 10 clases, las cuales se presenten en la Tabla 22.

Descripción	Clave	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Agricultura de Temporal Anual	TA	615.0375	9.09
Agricultura de Temporal Permanente	TP	8.7335	0.13
Asentamientos Humanos	AH	1256.9130	18.57
Desprovisto de Vegetación	ADV	55.9272	0.83
Pastizal Cultivado	PC	1677.7776	24.78
Pastizal Inducido	PI	721.2268	10.65
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	VSA/SBC	756.9991	11.18
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	VSA/SMQ	16.9527	0.25
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	VSa/SAP	923.7528	13.65
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	VSa/SBC	736.2487	10.88
Total		6769.5689	100.00

Tabla 22. Clases de USV dentro del SA.

A continuación, se describen las clases de Uso de Suelo y Vegetación:

Agroecosistemas (Agricultura de Temporal Anual - Agricultura de Temporal Permanente):

Terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal.

Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año.

Permanente: La duración del cultivo es superior a diez años.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Asentamientos Humanos: Conglomerado demográfico, considerando dentro del mismo los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Desprovisto de Vegetación: Superficie donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminada por diferentes actividades humanas.

Sistemas Pastoriles (Pastizal Cultivado - Pastizal Inducido): Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Selva Baja Caducifolia: Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa.

Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas.

Selva Mediana Subperennifolia: Los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 °C. La precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1,300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de

Selva Alta Perennifolia: Es el tipo de vegetación más exuberante y de mayor desarrollo de México, sus árboles dominantes sobrepasan los 30m de altura y durante todo el año conservan el follaje.

Se presenta en las zonas más húmedas con clima A y Cw que tienen precipitaciones anuales promedio superiores a 2,000mm (hasta 4,000 mm), temperatura media anual mayor de 20°C. Se encuentra en lugares con altitudes de 0 a 1,500m y se desarrolla mejor sobre terrenos planos o ligeramente ondulados. Los materiales geológicos de los que se derivan los suelos que habita este tipo de vegetación son principalmente de origen ígneo (cenizas o más raramente basalto) o bien de origen sedimentario calizo (margas y lutitas). Se desarrolla mejor sobre suelos aluviales profundos y bien drenados. Se distribuyen en parte de la planicie costera y vertiente del Golfo de México: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, suroeste de Campeche y porciones de Tabasco con buen drenaje.

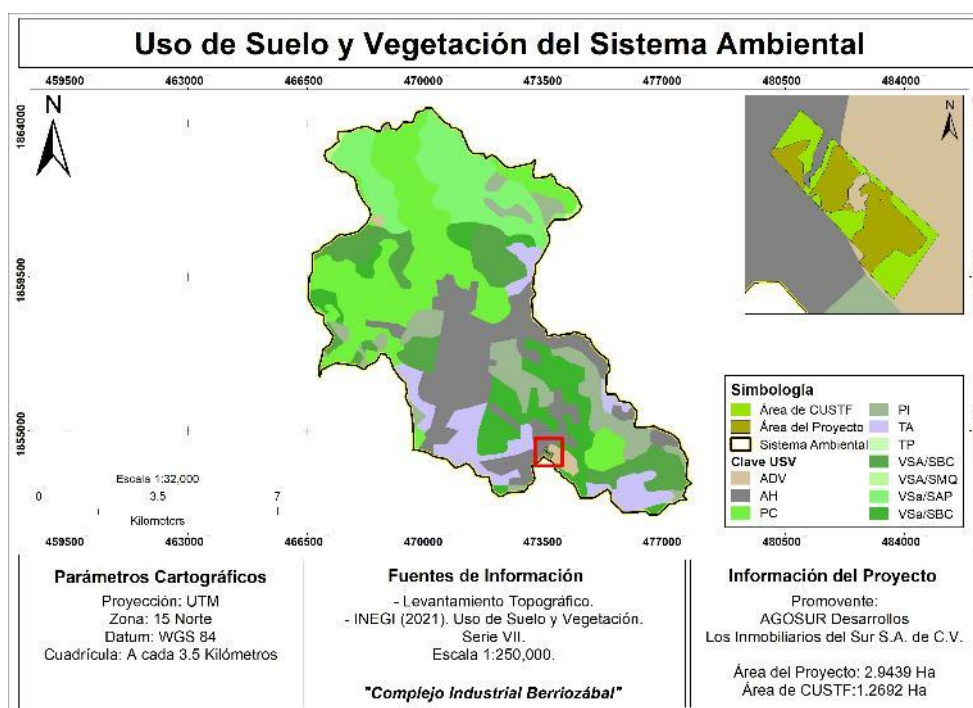


Figura 32. Usos de suelo y vegetación en el SA.

4.2.2.1.3. Caracterización de la vegetación

4.2.2.1.3.1. Metodología de muestreo

Debido a que el Proyecto se localiza dentro vegetación de Selva Baja Caducifolia, se determinó muestrear en sitios dentro del SA que presenten el mismo tipo de vegetación.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, siguiendo el criterio 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, en el cual se proponen sitios conglomerados, que se encuentran integrados por unidades de muestreo secundarias. De acuerdo con el Manual, al tratarse de vegetación de Selva Baja Caducifolia, se emplearon sitios de muestro rectangulares de 400 m² para árboles, de 12.56 m² para arbustos y de 1 m² para hierbas, como se observa de en la representación gráfica de la Figura 33.

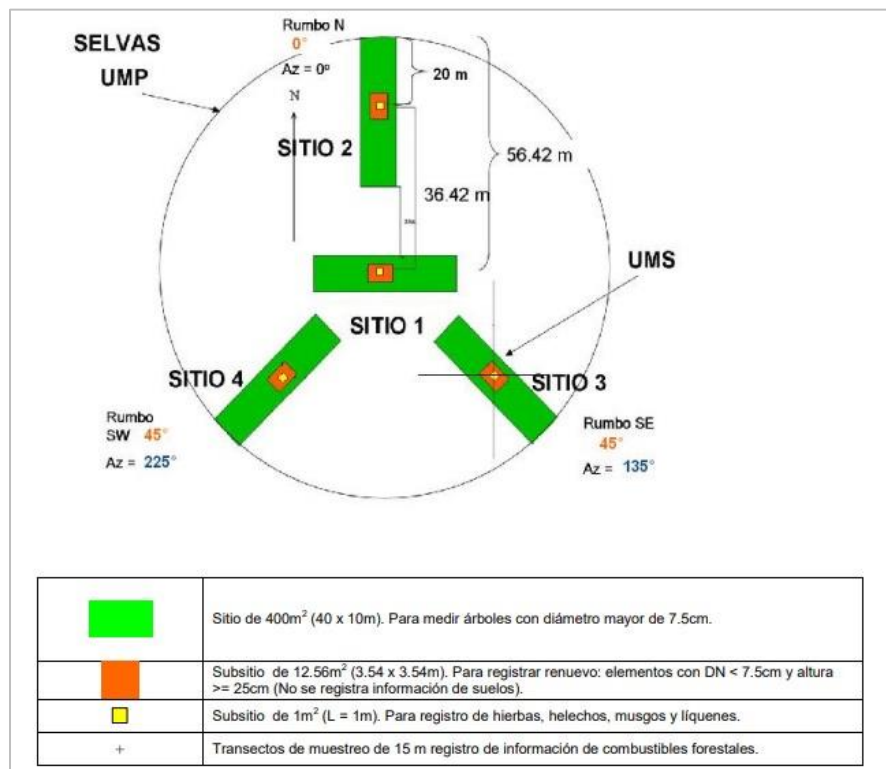


Figura 33. Diseño de unidades de muestreo para selvas.

Dentro del SA se registraron todos los individuos que presentaron en los diferentes estratos. Los datos fueron capturados y analizados con el programa Microsoft Excel (2007) para Windows.

- En los sitios de 400 m² se mide y registra el arbolado 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.

En la Tabla 23 se muestran las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) correspondientes a los sitios de muestreo que se observan en la Figura 34:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Sitios	Coordenadas UTM		Sitios	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	473609	1854225	10	473949	1854721
2	473570	1854189	11	473795	1854533
3	473539	1854142	12	473578	1854200
4	473840	1854518	13	474340	1853735
5	474468	1853902	14	474375	1853723
6	474120	1854402	15	474221	1853734
7	474093	1854453	18	474132	1853791
8	473964	1854688	19	474132	1853850
9	473954	1854640			

Tabla 23. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo del SA.

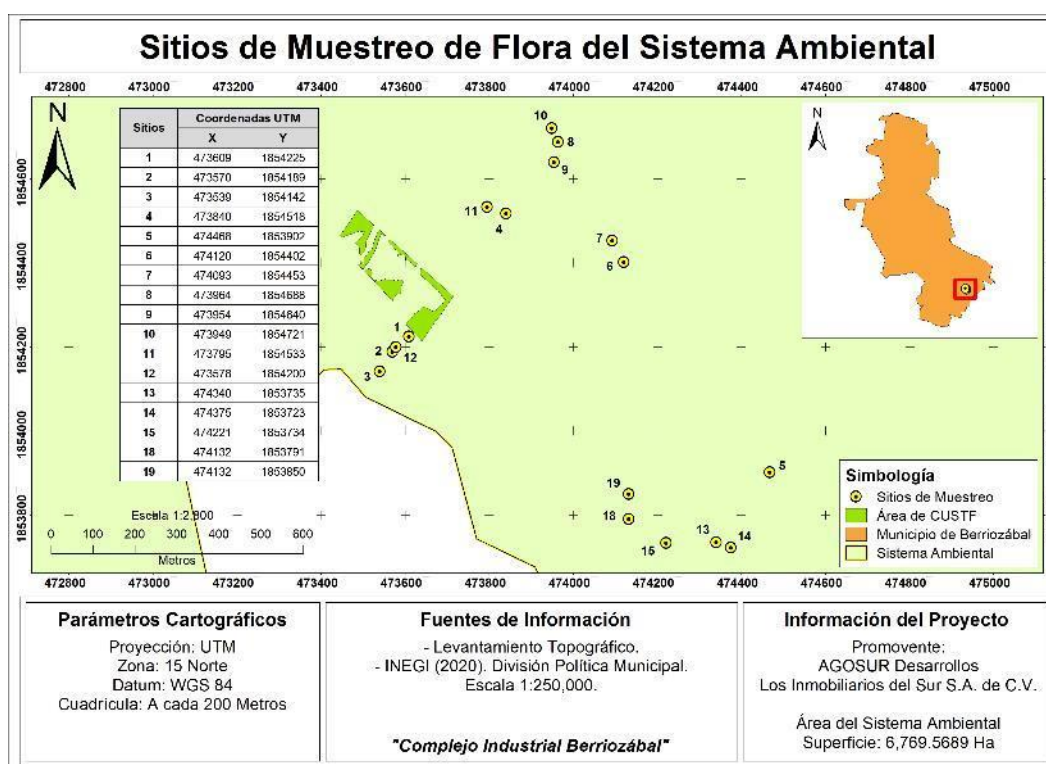


Figura 34. Localización de los sitios de muestreo del SA.

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

4.2.2.1.3.1.1. Confiabilidad de la muestra

Para determinar la confiabilidad de la muestra se empleó un análisis de curvas de acumulación, ya que con estas herramientas se puede estimar la riqueza de especies en función de los esfuerzos de muestreo, además, permiten dar 1) la 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 estimarse el total de especies que estarían presentes en la zona.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma en como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos, representando en eje Y el número de especies acumuladas y el X el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos (Figura 35).

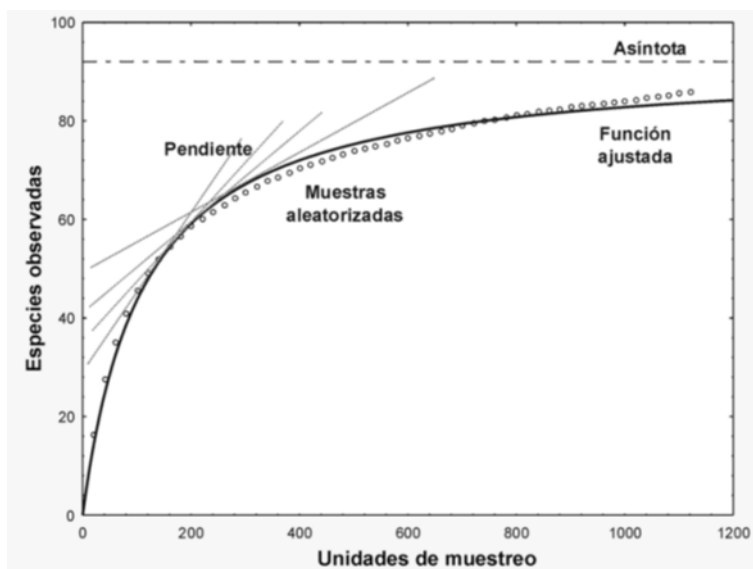


Figura 35. Ejemplo de curvas de acumulación de especies.

Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque aumente el esfuerzo, es decir, incremente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, no se amplificará el número de especies, por lo que tenemos un buen Muestreo. Sin embargo, muchas veces no se cuenta con las condiciones adecuadas para obtener buenos muestreos, por lo que se requiere aplicar modelos de acumulación que permitan evaluar qué tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales con el método aplicado.

Entre las estimaciones más empleadas para evaluar la riqueza de especies en ecología, se encuentran 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 más reciente. Entre ellos, se encuentra el Chao 1 (1984), el cual estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

Para el presente estudio, se calculó la curva de acumulación de especies utilizando el software libre EstimateS desarrollado por Colwell (2009), según el estimador no paramétrico Jackknife 2 (Jack2), el cual tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.

Para obtener los datos de JACK2 utilizamos el programa Estimated 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.

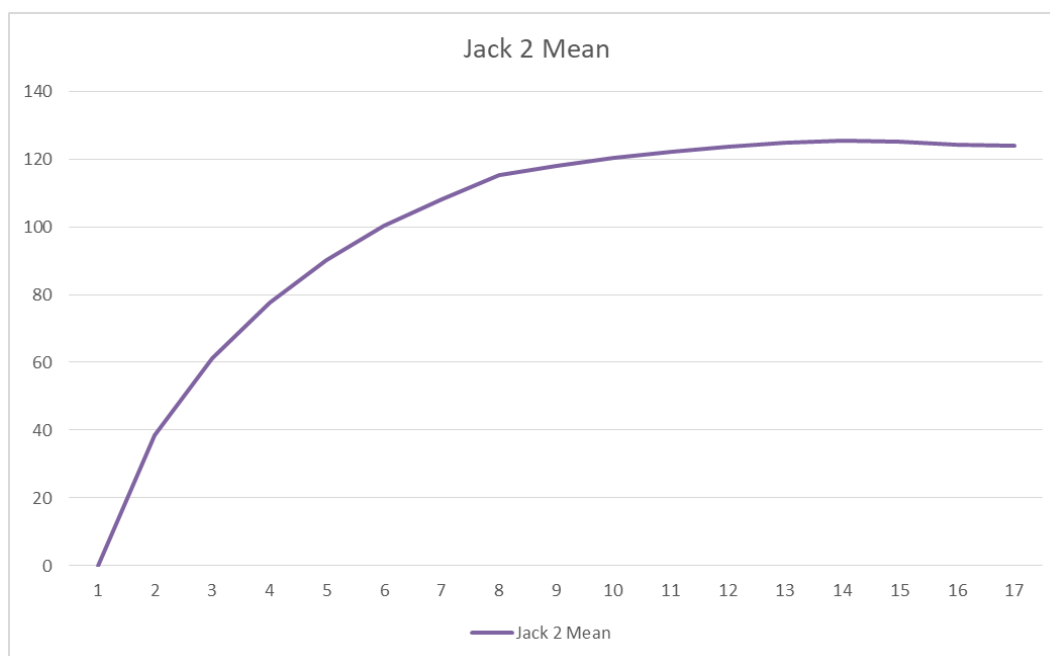


Gráfico 3. Curva de Acumulación de especies del SA.

Si analizamos la Curva de Acumulación de Especies, observamos que la curva a partir del primer sitio tiende a subir lentamente hasta llegar al sitio 14, la curva tiene a estabilizarse y presentar la asíntota.

El intervalo de riqueza de especies estimada es de 38 a 124 especies. La evaluación de la precisión del estimador mostró que el SA tuvo una riqueza muestreada de 89 especies y una riqueza verdadera de 124 especies. Analizando el crecimiento en especies, observamos que del Sitio 1 al 14, el crecimiento fue de 126 especies, mientras que del Sitio 14 al 17, el crecimiento estimado fue de 0 especies, es decir tiende a la baja.

4.2.2.1.3.1.2. Error de muestreo

De acuerdo con la información levantada en el inventario de Flora y utilizando un tamaño de muestra de diecisiete (17) sitios de muestreo de 400 m², distribuidos sobre una superficie de **1.2692 Ha**, se obtuvo como resultado una intensidad de muestreo de **53.58%**.

Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestro con la aplicación de las fórmulas que se describen en el **Capítulo 2** 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 **6.43%**, con una confiabilidad del 95%.

En la Tabla 24 se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del análisis del error de muestreo:

Área de CUSTF (Ha)	Símbolo	Descripción	Valor
1.2692	N	Tamaño de la Población	32
	α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
	n	Tamaño de la Muestra	17
	$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	16.88235294
	S ² y	Varianza Muestral de la Variable	9.610294118
	F = n/N	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.536
	FCF = 1-f	Factor de Corrección por Población Finita	0.46
	S ² $\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.26
	S $\bar{y}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.512283321
	(α , gl=n-1)	Valor t-Student	2.119905299
	tS $\bar{y}$	Error de Muestreo	1.09
	$\bar{y} + tS\bar{y}$	Límite Superior de Estimación de la Media	17.97
	$\bar{y} - tS\bar{y}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	15.80
	E	Error Máximo Aceptable	1.688
	n _{necesaria}	Tamaño de Muestra necesario	11
	-----	Unidades de Muestreo faltantes	-6
	$\hat{t}$	Total Estimado	535.68
	-----	Límite Superior de Estimación Total	570.14
	-----	Límite Inferior de Estimación Total	501.22
	-----	Error de Muestreo Total	6.43%
	-----	Intensidad de Muestreo Total	53.58%

Tabla 24. Análisis experimental del muestreo del SA.

4.2.2.1.3.2. Nombre común y científico de las especies arbóreas, arbustivas o herbáceas del Sistema Ambiental

En seguida se exhiben los listados de las especies florísticas detectadas en el SA:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4.2.2.1.3.2.1. Estrato Arbóreo

En la Tabla 25 se presenta el listado de las especies del estrato arbóreo:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbres
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	Chaya
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum sanctum</i>	Huesito
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua
Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Crucecita
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevo de Iguana
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito

Tabla 25. Especies del estrato arbóreo del SA.

4.2.2.1.3.2.2. Estrato Arbustivo

En la Tabla 26 se presenta el listado de las especies del estrato arbustivo:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba

Tabla 26. Especies del estrato arbustivo del SA.

4.2.2.1.3.2.3. Estrato Herbáceo

En la Tabla 27 se presenta el listado de las especies del estrato herbáceo:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso

Tabla 27. Especies del estrato herbáceo del SA.

4.2.2.1.3.2.4. Especies No Maderables

En la Tabla 28 se presenta el listado de las especies no maderables:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas

Tabla 28. Especies no maderables del SA.

4.2.2.1.3.3. Número de Individuos por Hectárea

A continuación, se muestran los listados de los individuos identificados por hectárea, en cada estrato:

4.2.1.2.3.1. Estrato Arbóreo

En la Tabla 29 se presenta el número de individuos del estrato arbóreo:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	0.1	3	4
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.2	4	6
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca	0.1	1	2
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	4.2	106	134
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.2	6	7
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	3.1	78	99
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2.2	54	69
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.1	3	4
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	4.5	112	142
<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	0.2	6	7
<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	0.2	4	6
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.2	4	6
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	0.2	4	6
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	0.6	15	19
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.2	4	6
<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	0.4	10	13
<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	0.3	7	9
<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	0.1	1	2
<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	0.4	9	11
<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	0.3	7	9
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.1	3	4
<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	0.1	3	4
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	0.6	16	21
<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	0.1	1	2
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	0.6	16	21
<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	0.2	4	6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.2	6	7
<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	1.1	28	35
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	0.1	3	4
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	0.1	1	2
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	8.6	215	273
<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	0.6	15	19
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	0.1	1	2
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	5.6	140	177
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	0.9	24	30
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	0.6	15	19
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.5	13	17
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	2.2	54	69

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	1.6	41	52
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	3.8	94	119
<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.1	3	4
<i>Randia laetevirens</i>	Crucecita	0.1	1	2
<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	0.8	19	24
<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevo de Iguana	0.1	1	2
<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	0.6	15	19
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.4	10	13
<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	0.2	4	6
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.5	13	17
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.8	21	26
<i>Tecoma stans</i>	Candox	3.2	81	103
<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	2.9	74	93
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.5	12	15
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.1	1	2
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.4	10	13
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.2	6	7
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.5	12	15
<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	0.1	1	2
Total		57	1,421	1,803

Tabla 29. Número de individuos del estrato arbóreo del SA.

4.2.1.2.3.2. Estrato Arbustivo

En la Tabla 30 se presenta el número de individuos del estrato arbustivo:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
<i>Chiococca alba</i>	Perilla	0.2	4	6
<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	0.6	15	19
<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	0.1	3	4
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	0.1	1	2
<i>Sida acuta</i>	Escoba	1.9	49	62
Total		3	72	91

Tabla 30. Número de individuos del estrato arbustivo del SA.

4.2.1.2.3.3. Estrato Herbáceo

En la Tabla 31 se presenta el número de individuos del estrato herbáceo:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	0.2	6	7

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	0.1	1	2
<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	0.1	1	2
<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	0.1	1	2
<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	2.4	59	75
<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	0.6	16	21
<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	1.0	25	32
<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	0.2	4	6
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2.2	56	71
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	0.1	3	4
<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	0.2	6	7
<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	0.1	1	2
<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	0.1	1	2
<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	0.7	18	22
<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.2	6	7
<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	0.1	1	2
<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	0.2	6	7
<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	0.5	12	15
<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	0.2	6	7
<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	0.6	16	21
Total		10	247	314

Tabla 31. Número de individuos del estrato herbáceo del SA.

4.2.1.2.3.4. Especies No Maderables

En la Tabla 32 se presenta el número de individuos de las especies no maderables:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. Total
<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	1.7	43	54
<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	0.8	19	24
<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	1.2	31	39
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	0.3	7	9
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	0.2	6	7
<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	0.2	6	7
<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	0.2	6	7
Total		5	118	149

Tabla 32. Número de individuos de las especies no maderables del SA.

4.2.2.1.3.4. Diversidad Florística a través de índices

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.

➤ **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, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo de Densidad Relativa (Den_Rel) 0.52%, de Frecuencia Relativa (Fre_Rel) 1.42% y de Dominancia Relativa (Dom_Rel) 0.27%, que sumados dan 2.21% 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, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo de Índice de Valor de Importancia (IVI) 2.21%, que al dividirlo entre 3, da un valor de 0.74% siendo este el Valor de Importancia Relativo (VIR).

➤ **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

Σpi: Sumatoria del número de individuos de todas las especies

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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).

4.2.2.1.3.4.1. Índice de Valor de Importancia

➤ Estrato Arbóreo

Las especies Arbóreas con mayor valor de importancia relativo son el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 9.53% esta especie presentó 7.87% de Den_Rel, 7.58% de Fre_Rel y 13.13% de Dom_Rel y el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 12.94% de VIR esta especie presentó 15.11% de Den_Rel, 6.64% de Fre_Rel y 17.08% de Dom_Rel, estas especies fueron las que dominaron en este estrato. Mientras que el Matiliguatate (*Tabebuia rosea*) presentó el valor menor de VIR con 0.20% esta especie presentó 0.10% de Den_Rel, 0.47% de Fre_Rel y 0.03% de Dom_Rel, siendo la especie menos importante del estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	0.52%	1.42%	0.27%	2.21%	0.74%
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	0.31%	0.95%	0.08%	1.34%	0.45%
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.21%	0.95%	0.19%	1.34%	0.45%
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	1.45%	1.90%	0.67%	4.02%	1.34%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	6.63%	2.37%	4.73%	13.72%	4.57%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.72%	0.95%	0.56%	2.23%	0.74%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.72%	0.95%	0.30%	1.97%	0.66%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	5.69%	4.74%	2.81%	13.25%	4.42%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.31%	0.95%	0.37%	1.63%	0.54%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	3.83%	5.21%	5.86%	14.91%	4.97%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.31%	0.47%	0.35%	1.14%	0.38%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	7.87%	7.58%	13.13%	28.58%	9.53%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.83%	1.42%	0.57%	2.82%	0.94%
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	5.18%	0.95%	5.83%	11.96%	3.99%
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	0.52%	0.95%	0.36%	1.83%	0.61%
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	1.04%	1.90%	0.54%	3.47%	1.16%
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	0.62%	1.42%	0.23%	2.27%	0.76%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	0.21%	0.95%	0.07%	1.22%	0.41%
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	0.21%	0.47%	0.06%	0.74%	0.25%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.31%	0.47%	0.11%	0.90%	0.30%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	0.10%	0.47%	0.06%	0.63%	0.21%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	7.45%	5.21%	8.29%	20.95%	6.98%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.41%	0.47%	0.26%	1.15%	0.38%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	1.14%	2.37%	1.03%	4.54%	1.51%
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	0.21%	0.95%	0.22%	1.37%	0.46%
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	0.10%	0.47%	0.29%	0.87%	0.29%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	9.73%	7.58%	5.72%	23.03%	7.68%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	1.66%	1.42%	1.97%	5.05%	1.68%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	1.04%	0.95%	1.83%	3.81%	1.27%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.93%	0.95%	1.25%	3.13%	1.04%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	3.83%	3.32%	4.90%	12.05%	4.02%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	2.90%	2.84%	1.19%	6.94%	2.31%
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	1.35%	2.37%	1.18%	4.90%	1.63%
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevo de Iguana	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	1.04%	1.90%	0.36%	3.30%	1.10%
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	1.97%	1.90%	2.15%	6.01%	2.00%
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	0.31%	0.95%	0.28%	1.53%	0.51%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.41%	0.95%	0.39%	1.75%	0.58%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	15.11%	6.64%	17.08%	38.83%	12.94%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.31%	0.95%	0.22%	1.48%	0.49%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.93%	1.42%	1.48%	3.83%	1.28%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	0.10%	0.47%	0.03%	0.61%	0.20%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.21%	0.95%	0.15%	1.31%	0.44%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	1.14%	1.42%	0.97%	3.54%	1.18%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	5.49%	4.74%	8.54%	18.77%	6.26%
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	0.72%	1.42%	0.38%	2.52%	0.84%
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	0.41%	1.42%	0.31%	2.14%	0.71%
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	1.04%	1.90%	0.89%	3.82%	1.27%
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	0.10%	0.47%	0.06%	0.63%	0.21%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.83%	1.90%	0.58%	3.30%	1.10%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.41%	0.47%	0.24%	1.12%	0.37%
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	0.31%	0.47%	0.11%	0.90%	0.30%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	0.31%	0.95%	0.27%	1.53%	0.51%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 33. Índice de Valor de Importancia del SA (Arbóreo).

➤ **Estrato Arbustivo**

Las especies Arbustivas con mayor valor de importancia relativo son la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 37.50% de VIR esta especie presentó 20.41% de Den_Rel, 30.00% de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Fre_Rel y 62.05% de Dom_Rel y la Escoba (*Sida acuta*) con el 39.32% de VIR esta especie presentó 67.32% de Den_Rel, 30.00% de Fre_Rel y 20.60% de Dom_Rel siendo las especies que dominan en este estrato. Mientras que a Perlilla (*Chiococca alba*) presentó el valor menor de VIR con 5.67% esta especie presentó 6.12% de Den_Rel, 10.00% de Fre_Rel y 0.88% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	2.04%	10.00%	7.30%	19.35%	6.45%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	67.35%	30.00%	20.60%	117.95%	39.32%
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	6.12%	10.00%	0.88%	17.00%	5.67%
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	4.08%	20.00%	9.13%	33.21%	11.07%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	20.41%	30.00%	62.09%	112.50%	37.50%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 34. Índice de Valor de Importancia del SA (Arbustivo).

➤ **Estrato Herbáceo**

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Carricillo (*Lasiacis divaricata*) con el 15.11%, esta especie presentó 22.62% de Den_Rel, 21.95% de Fre_Rel y 0.77% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Zacate (*Eragrostis tenuifolia*) con el 17.40%, esta especie presentó 6.55% de Den_Rel, 12.20% de Fre_Rel y 33.46% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) con el 22.14%, esta especie presentó 2.38% de Den_Rel, 4.88% de Fre_Rel y 59.17% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es: la Dormilona (*Phyllanthus niruri*) con el 1.01% presentando 0.60% de Den_Rel, 2.44% de Fre_Rel y 0.005% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	23.81%	2.44%	0.78%	27.02%	9.01%
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	0.60%	2.44%	0.31%	3.34%	1.11%
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	4.76%	2.44%	0.04%	7.24%	2.41%
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	6.55%	9.76%	2.12%	18.42%	6.14%
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	0.60%	2.44%	0.12%	3.16%	1.05%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	1.79%	4.88%	0.11%	6.77%	2.26%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	10.12%	2.44%	0.10%	12.66%	4.22%
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	0.60%	2.44%	0.31%	3.34%	1.11%
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	1.19%	4.88%	0.02%	6.09%	2.03%
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	2.38%	2.44%	0.13%	4.95%	1.65%
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	0.60%	2.44%	0.12%	3.16%	1.05%
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	0.60%	2.44%	0.12%	3.16%	1.05%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	0.60%	2.44%	0.005%	3.04%	1.01%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2.38%	4.88%	59.17%	66.42%	22.14%
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	6.55%	12.20%	33.46%	52.21%	17.40%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	22.62%	21.95%	0.77%	45.34%	15.11%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	7.14%	4.88%	0.22%	12.24%	4.08%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	2.38%	4.88%	0.95%	8.21%	2.74%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2.38%	4.88%	1.01%	8.27%	2.76%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	2.38%	2.44%	0.15%	4.97%	1.66%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 35. Índice de Valor de Importancia del SA (Herbáceo).

➤ **Especies Epífitas y No Maderables**

De las Especies Epífitas y No Maderables las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Maguey del Grijalva (*Agave kewensis*) con el 28.13%, esta especie presento 36.25% de Den_Rel y 20.00% de Fre_Rel; el primer lugar fue la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 29.13%, esta especie presento 26.25% de Den_Rel y 32.00% de Fre_Rel. Mientras que las especies con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) son: el Órano Kanzacam (*Pterocereus gaumeri*) y la Pitaya Nocturna (*Selenicereus nelsonii*) con el 4.50% presentando 5.00 % de Den_Rel y 4.00% de Fre_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	36.25%	20.00%	0.00%	56.25%	28.13%
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	16.25%	20.00%	0.00%	36.25%	18.13%
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	5.00%	8.00%	0.00%	13.00%	6.50%
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	6.25%	12.00%	0.00%	18.25%	9.13%
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	5.00%	4.00%	0.00%	9.00%	4.50%
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	5.00%	4.00%	0.00%	9.00%	4.50%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	26.25%	32.00%	0.00%	58.25%	29.13%
Total			100%	100%	0%	200%	100%

Tabla 36. Índice de Valor de Importancia del SA (No maderables).

4.2.2.1.3.4.2. Índice de Shannon-Wiener

▪ **Estrato Arbóreo**

El estrato arbóreo presenta una Diversidad **Alta** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **3.19**; la bibliografía cita que resultados por encima de 3 la diversidad del sitio es Alta.

Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	5	0.0052	-5.26	-0.03
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	3	0.0031	-5.77	-0.02
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2	0.0021	-6.18	-0.01
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	0.0145	-4.23	-0.06
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	64	0.0663	-2.71	-0.18
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	7	0.0072	-4.93	-0.04
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	7	0.0072	-4.93	-0.04

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	55	0.0569	-2.87	-0.16
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	3	0.0031	-5.77	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	37	0.0383	-3.26	-0.12
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	3	0.0031	-5.77	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	76	0.0787	-2.54	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	8	0.0083	-4.79	-0.04
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	50	0.0518	-2.96	-0.15
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1	0.0010	-6.87	-0.01
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	5	0.0052	-5.26	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	Chaya	10	0.0104	-4.57	-0.05
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	6	0.0062	-5.08	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.0031	-5.77	-0.02
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	72	0.0745	-2.60	-0.19
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.0041	-5.49	-0.02
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	11	0.0114	-4.48	-0.05
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	94	0.0973	-2.33	-0.23
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	16	0.0166	-4.10	-0.07
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	10	0.0104	-4.57	-0.05
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	0.0093	-4.68	-0.04
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	37	0.0383	-3.26	-0.12
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	28	0.0290	-3.54	-0.10
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	13	0.0135	-4.31	-0.06
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	10	0.0104	-4.57	-0.05
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	19	0.0197	-3.93	-0.08
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	3	0.0031	-5.77	-0.02
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	4	0.0041	-5.49	-0.02
Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	146	0.1511	-1.89	-0.29
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	0.0031	-5.77	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	9	0.0093	-4.68	-0.04
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.0010	-6.87	-0.01
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1	0.0010	-6.87	-0.01
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	0.0021	-6.18	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	11	0.0114	-4.48	-0.05
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	53	0.0549	-2.90	-0.16
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	7	0.0072	-4.93	-0.04
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	4	0.0041	-5.49	-0.02
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	10	0.0104	-4.57	-0.05

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1	0.0010	-6.87	-0.01
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	8	0.0083	-4.79	-0.04
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	4	0.0041	-5.49	-0.02
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1	0.0010	-6.87	-0.01
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	3	0.0031	-5.77	-0.02
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1	0.0010	-6.87	-0.01
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	3	0.0031	-5.77	-0.02
Total			966	DIVERSIDAD		3.19
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
4.04			0.79			

Tabla 37. Índice de Diversidad del SA (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 **0.97**; 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.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	1	0.02	-3.89	-0.08
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	33	0.67	-0.40	-0.27
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	3	0.06	-2.79	-0.17
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	0.04	-3.20	-0.13
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	10	0.20	-1.59	-0.32
Total			49	DIVERSIDAD		0.97
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
1.61			0.60			

Tabla 38. Índice de Diversidad del SA (Arbustivo).

▪ **Estrato Herbáceo**

El estrato herbáceo presenta una diversidad **Media** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **2.35**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja, mientras que en resultados por encima de 3 la diversidad del sitio es alta.

Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	40	0.24	-1.44	-0.34
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1	0.01	-5.12	-0.03
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	8	0.05	-3.04	-0.14

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	11	0.07	-2.73	-0.18
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1	0.01	-5.12	-0.03
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	3	0.02	-4.03	-0.07
Euphorbiaceae	<i>Euphhorbia graminea</i>	Golondrina	17	0.10	-2.29	-0.23
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1	0.01	-5.12	-0.03
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2	0.01	-4.43	-0.05
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	4	0.02	-3.74	-0.09
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	1	0.01	-5.12	-0.03
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1	0.01	-5.12	-0.03
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1	0.01	-5.12	-0.03
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	4	0.02	-3.74	-0.09
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	11	0.07	-2.73	-0.18
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	38	0.23	-1.49	-0.34
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	12	0.07	-2.64	-0.19
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	4	0.02	-3.74	-0.09
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	0.02	-3.74	-0.09
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	4	0.02	-3.74	-0.09
Total			168	DIVERSIDAD	2.35	
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.00			0.79			

Tabla 39. Índice de Diversidad del SA (Herbáceo).

▪ **Especies No Maderables**

De las Especies Epífitas y No Maderables 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 hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	29	0.36	-1.01	-0.37
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	13	0.16	-1.82	-0.30
Bromeliceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	4	0.05	-3.00	-0.15
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	5	0.06	-2.77	-0.17
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	4	0.05	-3.00	-0.15
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	4	0.05	-3.00	-0.15
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	21	0.26	-1.34	-0.35
Total			80	DIVERSIDAD		1.64
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.95			0.84			

Tabla 40. Índice de Diversidad del SA (No maderables).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4.2.2.1.3.5. Identificar las especies con alguna categoría de riesgo 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.

En la Tabla 41 se enlistan aquellas especies de Flora del SA que se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o en su **Anexo Normativo III**:

Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	Sujeta a Protección Especial (Pr)
<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	Sujeta a Protección Especial (Pr)
<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	Peligro de extinción (P)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 41. Especies de Flora del SA con estatus de protección.

4.2.2.2. Fauna Silvestre

4.2.2.2.1. Metodología de muestreo

Para el muestreo de Fauna, se utilizaron puntos de conteo para aves y transectos lineales para anfibios, mamíferos y reptiles, además, se colocaron redes para la captura de aves y murciélagos, dentro del área de estudio. Las metodologías empleadas son descritas a continuación:

Puntos de Conteo:

- **Aves:** Para el registro de aves se empleó la técnica de puntos de conteo, la cual consiste en que el observador permanece en un punto fijo durante un tiempo determinado y registre aves por medio de observación directa o de forma auditiva, dentro de un radio de influencia de 25 metros a la redonda.

Los recorridos se iniciaron a partir de las 16:00 y se finalizaron alrededor de las 18:30 horas, en el que las aves presentan su mayor actividad, aumentando la probabilidad de registros. 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).

Para la identificación de las aves, se utilizaron las guías de especializadas: *Guide to the birds of México and Northern Central América* (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).

Transectos lineales:

- **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 16:00 a 20:00 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 indirectas (basado en la interpretación de los rastros que los animales dejan en su medio ambiente, tales como huellas, excretas, restos óseos, entre otros).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

La determinación taxonómica se realizó con el apoyo de guías de campo especializadas (Aranda, 2000; 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 transportada envuelta en papel periódico.

- **Anfibios y Reptiles:** Para los muestreos se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, *et al.*, 2001), realizando recorridos terrestres, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado del mismo; en horarios de 16:00 a 20:00 horas, buscando de forma intensiva empleando 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, charcas, etc.).

El registro se efectuó por medio de observaciones directas e indirectas (registro visual, auditivo, rastros y mudas).

La identificación se realizó con ayuda de las guías de Campbell (1998), Duellman, (2001), Lee (2000) y Köhler (2008, 2011), el arreglo taxonómico fue con base a lo establecido por CONABIO (2013).

Captura con redes:

- **Aves:** Se colocó una red de niebla de 12 metros de largo por dos metros de ancho entre la vegetación, con permanencia de una tarde; abriéndose por la tarde, de 16:00 a 18:30 horas, y se realizaron revisiones intermedias cada 30 minutos. Cada una de las aves capturadas fue identificada mediante la utilización de guías de campo de Howell y Webb (1995) y Peterson y Chalif (1989), las especies capturadas fueron liberadas en el mismo sitio de captura.
- **Murciélagos:** Se colocó una red de niebla de 12 metros de largo por dos metros de ancho entre la vegetación, con permanencia de una noche; éstas se abrieron a partir de las 18:30 horas y permanecían abiertas dos horas y media, se realizaron revisiones intermedias cada 40 minutos.

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.

Cámaras trampa:

- Se colocaron cámaras trampa que se dejaron instaladas durante los días de trabajo para la captura fotográfica de los mamíferos medianos y grandes con hábitos nocturnos que son difíciles de ver durante los recorridos diurnos.

Las coordenadas de los sitios de muestreo para Fauna se presentan enseguida:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Sitio	Puntos	Coordenadas UTM	
		X	Y
1	1	473614	1854224
	2	473576	1854189
	3	473516	1854149
2	1	473760	1854528
	2	473862	1854505
	3	474011	1854433
3	1	473980	1853896
	2	474293	1853680
4	1	474324	1853654
	2	474495	1853780
5	1	474411	1854188
	2	474108	1854404

Tabla 42. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de Fauna.

4.2.2.2.2. Nombre común y científico de las especies, identificando las que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

4.2.2.2.2.1. Especies registradas dentro del Sistema Ambiental

En la Tabla 43 se presenta el listado de especies de Fauna registradas en el SA:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Anfibios		
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo Costero
Reptiles		
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana Cola Espinosa del Golfo
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Escamosa Variable
Teiidae	<i>Aspiloscelis deppii</i>	Lagartija Verdi Azul
Aves		
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji Alas Blancas
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común
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
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje
Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de Collar
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Salta pared moteado
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>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri
Mamíferos		
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla Gris

Tabla 43. Especies de Fauna del SA.

4.2.2.2.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

En la Tabla 44 se presentan las especies de Fauna registradas en el SA, que se encuentran listadas bajo algún estatuto de protección dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o en su **Anexo Normativo III**:

Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	Amenazada (A)
<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Sujeta a Protección Especial (Pr)
<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana Cola Espinosa del Golfo	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 44. Especies de Fauna del SA con estatus de protección.

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: 1) definida como el número de especies y 2) considerando la abundancia de individuos de cada especie: diversidad de especies (Magurran, 1988; Cody

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

1993; Schluter y Ricklefs, 1993). Estas medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurran, 1988).

En el SA se registraron un total de **35 especies** (una de Anfibios, cinco de Reptiles, 26 de Aves y tres de Mamíferos).

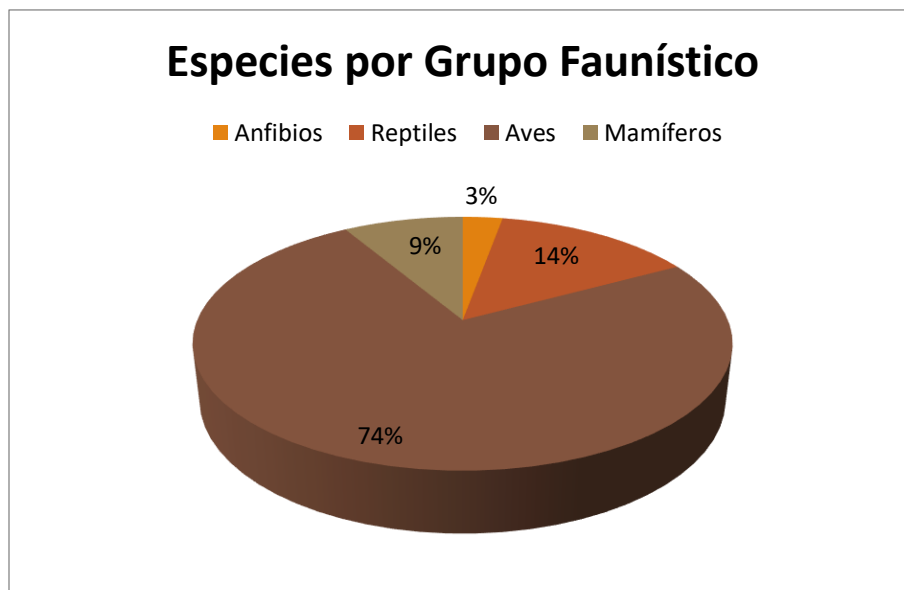


Gráfico 4. Especies por grupo faunístico en el SA.

Se registraron un total de **24 familias**, donde las familias mejor representadas por grupo son, de Anfibios la familia Bufonidae con una sola especie, de Reptiles todas las familias presentan una especie, de Aves las familias Icteridae y Tyrannidae con cuatro especies cada una y de Mamíferos todas las familias presentan una especie.

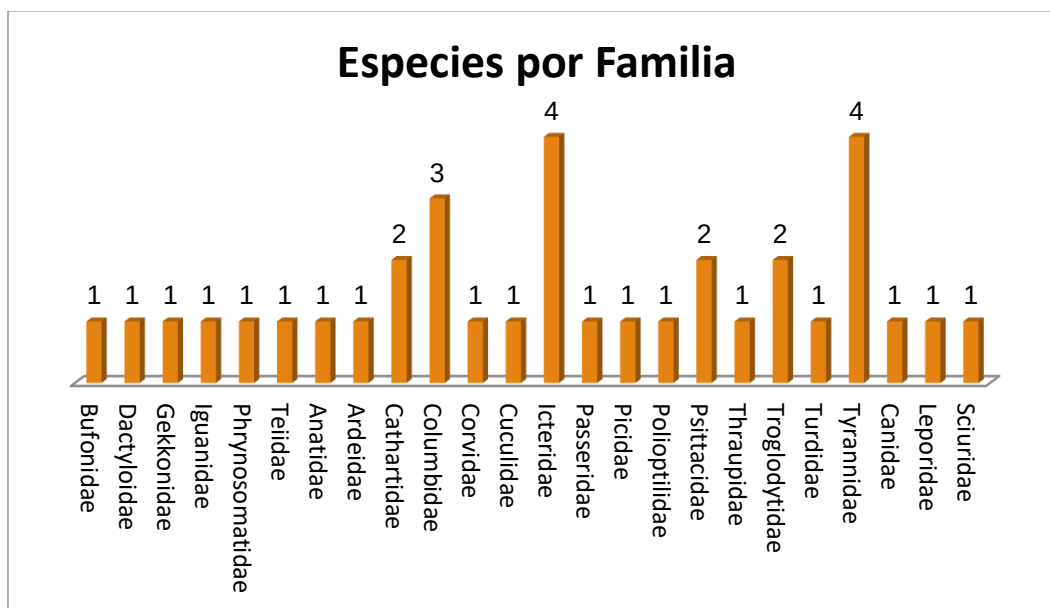


Gráfico 5. Riqueza de especies fauna en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4.2.2.2.3.2. Abundancia y Abundancia Relativa

▪ **Anfibios**

Solo se detectó una especie de Anfibios, el Sapo Costero (*Incilius valliceps*) presentando dos individuos y el 100% de abundancia relativa.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo Costero	2	100%
Total			2	100%

Tabla 45. Abundancia y abundancia relativa de anfibios en el SA.

▪ **Reptiles**

En total se detectaron cinco especies de Reptiles, distribuidos en cinco Familias. La especie con el valor más alto de Abundancia Relativa es la Lagartija Verdi Azul (*Aspidoscelis deppii*) con el 58.70% (27 Individuos); mientras que la Cuija (*Hemidactylus frenatus*) presentó la menor abundancia Relativa con el 4.35% (dos Individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	5	10.87%
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	2	4.35%
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana Cola Espinosa del Golfo	3	6.52%
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Escamosa Variable	9	19.57%
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija Verdi Azul	27	58.70%
Total			46	100%

Tabla 46. Abundancia y abundancia relativa de reptiles en el SA.

▪ **Aves**

En total se detectaron 26 especies de Aves, distribuidos en 15 Familias, la Familia Icteridae y la Tyrannidae son las mejores representadas con cuatro especies cada uno. Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa son el Luisito Común (*Myiozetetes similis*) con el 8.89% (20 Individuos) y el Perico Frente Naranja (*Eupsittula canicularis*) con el 9.78% (22 Individuos); mientras que el Tordo Cantor (*Dives dives*), el Luis bien te veo (*Pitangus sulphuratus*) y el Tirano Piriri (*Tyrannus melancholicus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.89% (dos individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji Alas Blancas	5	2.22%
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	7	3.11%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	8	3.56%
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	11	4.89%
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	8	3.56%
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	7	3.11%
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	4.89%
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	12	5.33%
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	16	7.11%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	2	0.89%
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	18	8.00%
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	10	4.44%
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	17	7.56%
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	3	1.33%
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	6	2.67%
Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	Perlita Azulgris	4	1.78%
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	8	3.56%
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	22	9.78%
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de Collar	7	3.11%
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Salta pared moteado	3	1.33%
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	7	3.11%
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	3	1.33%
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	6	2.67%
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	20	8.89%
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	2	0.89%
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri	2	0.89%
Total			225	100%

Tabla 47. Abundancia y abundancia relativa de aves en el SA.

▪ **Mamíferos**

En total se detectaron tres especies de Mamíferos, distribuidos en tres Familias. Las especies dominantes son la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Conejo Serrano (*Sylvilagus floridanus*) con el 40.00% (cuatro individuos) cada uno. Mientras que la Ardilla Gris (*Sciurus aureoagaster*) presentó la menor abundancia relativa con el 20.00% (dos individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	4	40.00%
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano	4	40.00%
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla Gris	2	20.00%
Total			10	100%

Tabla 48. Abundancia y abundancia relativa de mamíferos en el SA.

4.2.2.2.3.3. 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

▪ **Anfibios**

De los anfibios solo se detectó a una especie por lo que este grupo presenta una nula diversidad.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo Costero	2	1	0.00	0.00
Total			2	Diversidad		0.00
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
0.00			0.00			

Tabla 49. Diversidad de Shannon-Wiener de anfibios en el SA.

▪ **Reptiles**

Los Reptiles presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **1.19** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja. La equitatividad refleja que existen especies que dominan el grupo, como la Lagartija Verde Azul (*Aspidoscelis deppii*) que presenta 20 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	5	0.11	-2.22	-0.24
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	2	0.04	-3.14	-0.14
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana Cola Espinosa del Golfo	3	0.07	-2.73	-0.18
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija Escamosa Variable	9	0.20	-1.63	-0.32

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija Verdi Azul	27	0.59	-0.53	-0.31
Total			46	Diversidad		1.19
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.61			0.74			

Tabla 50. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el SA.

▪ **Aves**

Las Aves presentan una diversidad **ALTA**, al obtener una diversidad de **3.05** la bibliografía cita, que en resultados mayores a 3 la diversidad es alta. La equitatividad refleja que hay un equilibrio entre el número de especies y de individuos 26 especies vs 225 individuos, es decir son equitativos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji Alas Blancas	5	0.0222	-3.81	-0.08
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	7	0.0311	-3.47	-0.11
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	8	0.0356	-3.34	-0.12
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	11	0.0489	-3.02	-0.15
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	8	0.0356	-3.34	-0.12
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	7	0.0311	-3.47	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	0.0489	-3.02	-0.15
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	12	0.0533	-2.93	-0.16
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	16	0.0711	-2.64	-0.19
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	2	0.0089	-4.72	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	18	0.0800	-2.53	-0.20
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	10	0.0444	-3.11	-0.14
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	17	0.0756	-2.58	-0.20
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	3	0.0133	-4.32	-0.06
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	6	0.0267	-3.62	-0.10
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	4	0.0178	-4.03	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	8	0.0356	-3.34	-0.12
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	22	0.0978	-2.33	-0.23
Thraupidae	<i>Sporophila morelleti</i>	Semillero de Collar	7	0.0311	-3.47	-0.11
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado	3	0.0133	-4.32	-0.06
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta Pared Barrado	7	0.0311	-3.47	-0.11
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	3	0.0133	-4.32	-0.06
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	6	0.0267	-3.62	-0.10
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	20	0.0889	-2.42	-0.22
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	2	0.0089	-4.72	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Piriri	2	0.0089	-4.72	-0.04
Total			225	Diversidad		3.05
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.26			0.94			

Tabla 51. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

▪ **Mamíferos**

Los Mamíferos presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **1.05** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los Mamíferos presentan un índice de diversidad menor a 2. La equitatividad refleja que hay un equilibrio entre el número de especies y de individuos tres especies vs 10 individuos, es decir son equitativos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	4	0.40	-0.92	-0.37
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo Serrano	4	0.40	-0.92	-0.37
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla Gris	2	0.20	-1.61	-0.32
Total			10	Diversidad		1.05
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.10			0.96			

Tabla 52. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el SA.

4.2.3. Medio socioeconómico

4.2.3.1. Demografía

4.2.3.1.1. Dinámica de la población

La población total en el municipio de Berriozábal, de acuerdo con Censo Poblacional 2020 realizado por el INEGI corresponde a 64,632 habitantes, de los cuales 49.4% son hombres y 50.6% son mujeres, con una densidad de población de 183.6 hab/Km². La mayor concentración de la población la podemos encontrar en la cabecera municipal Berriozábal y hacia las localidades de Ciudad Maya y Santa Inés Buenavista. Del total de la población, se tiene el registro de que 4.01% de estos habla una lengua indígena.

4.2.3.1.2. Crecimiento y distribución de la población

Para el periodo entre 2015 a 2020, se registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 3.87. La edad mediana era de 25 años, con un grado de marginación municipal medio y un grado bajo de rezago social.

4.2.3.1.3. Estructura por sexo y edad

De acuerdo con el INEGI (2020), la distribución por edad y sexo en el Municipio de Berriozábal es la siguiente:

Grupo de edades	Hombres	Mujeres	Total
0 a 14 años	10,341	10,036	20,377
15 a 64 años	19,826	21,038	40,864
Más de 65 años	1,746	1,642	3,388
No Especificado	1	2	3
Total	31,913	32,716	64,632

Tabla 53. Distribución de la población por sexo y edad.

4.2.3.1.4. Natalidad y mortalidad

El Municipio de Berriozábal presenta un promedio de hijos nacidos vivos de 1.8 (INEGI, 2020). Por otra parte, se registró una tasa de mortalidad general de 4.11 (CEIEG, 2019).

4.2.3.1.5. Migración

Para Berriozábal se tiene que, del total de la población, 13.9% de estos contaba con un lugar de residencia distinto al actual en 2015, citando como causas de migración el trabajo, la familia, estudios, inseguridad, entre otros.

4.2.3.2. Población Económicamente Activa

Para 2020, el 63.7% de la población de Berriozábal se encuentra económicamente activa, siendo 62% hombres y 28% mujeres. El 36.1% de la población se considera como no económicamente activa, dado su estado como estudiantes, personas dedicadas al hogar, pensionados, personas con limitaciones físicas o mentales. Lo anterior deja un porcentaje de 2% que no especifica la condición de actividad con la que cuenta.

4.2.4. Paisaje

Las valuaciones paisajísticas permiten determinar el estado y valor escénico que presenta en las unidades ambientales, en los cuales se consideran diversos indicadores ambientales y culturales.

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas del comportamiento entre diversos factores bióticos, abióticos y antrópicos; teniéndose como un complejo de interrelaciones que puede ser percibido de diferentes formas (auditiva, visual, olfativa).

De acuerdo con Zambrano y Gonzáles (2002), el paisaje visual representa un espacio definido por la percepción del observador, fundamentalmente por su visión, y se encuentra delimitado por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos de esta forma, pudiendo definirse en términos de los componentes naturales, como las formas del terreno, cubierta vegetal, afloramientos rocosos, presencia de cuerpos de agua; de las actividades humanas, en especial el uso de la tierra, incluyendo las edificaciones e infraestructuras; y de los factores estéticos relacionados con la reacción de nuestra mente ante lo que ven los ojos, como formas, escalas, colores.

Para el presente estudio, se caracterizó el paisaje utilizando la metodología propuesta por Zambrano y Gonzáles (2002), en la cual se propone un modelo visual que refleja las cualidades paisajísticas territoriales del área de estudio. Los parámetros y elementos para evaluar los criterios paisajísticos se presentan a continuación:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Valores Paisajísticos	Parámetro	Elemento
	Unidad Visual (UV)	Abiótico
		Biótico
		Antrópico
	Organización Visual (OV)	Contraste visual
		Dominancia visual
	Calidad Visual (CV)	Diversidad
		Naturalidad
		Singularidad
		Complejidad topográfica
		Superficie y límite de agua
		Actuaciones humanas
		Degradación de la capacidad visual
	Calidad Escénica (CE)	Morfología
		Vegetación
		Formas de agua
		Color
		Fondo escénico
		Rareza
		Actuación humana

Tabla 54. Criterios para evaluación visual del paisaje.

La valoración de cada elemento se clasifica de la siguiente manera:

- **Alta:** Áreas que aglutinan condiciones o características excepcionales para cada aspecto, asignándole un valor de 5.
- **Media:** Áreas que reúnen una mezcla de condiciones excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros, asignándole un valor de 3.
- **Baja:** Áreas con características y rasgos comunes para toda la región fisiográfica analizada, asignándole un valor de 1.

Cada parámetro se evalúa cualitativamente para obtener valores globales en cada uno de ellos, de acuerdo con los rangos que se presentan a continuación:

Valor	Calidad Paisajística	Rango
1	Baja Calidad Paisajística	28 – 37
2	Calidad Paisajística Regular	38 – 47
3	Calidad Paisajística Buena	48 – 57
4	Calidad Paisajística Alta	58 – 67
5	Calidad Paisajística Muy Alta	68 - 78

Tabla 55. Valoración de la calidad paisajística.

Para valorar los elementos de cada parámetro, se usan los siguientes criterios, clasificándolos de acuerdo con las características que se perciben de forma visual:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Parámetros de Valoración			
Unidad Visual (UV)			
Elemento	Alto	Medio	Bajo
Abiótico	Predominio de elementos físicos influyentes en la calidad, composición de una escena.	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero que por su atractivo tiene valor medio.	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, teniendo un paisaje poco atractivo.
Biótico	Predominio de elementos bióticos, influyentes en la composición de la escena.	Elementos que dan cierta calidad a la escena, pero por su atractivo tiene valor medio.	Elementos poco notorios y que disminuyen la calidad de la composición, paisaje poco atractivo.
Antrópico	Predominio de elementos antrópicos, influyentes en la calidad de la escena.	Elementos que proporcionan cierta calidad a la escena.	Elementos que disminuyen la calidad del paisaje haciéndolo poco atractivo.
Organización Visual (UV)			
Contraste Visual	Contraste alto entre elementos dominantes del paisaje.	Contraste medio entre los elementos.	Bajo contraste entre cada uno de los elementos que integran la unidad visual.
Dominancia Visual	Dominio total de la apreciación del paisaje.	Dominio parcial de los elementos.	Presencia de un elemento de la forma negativa dentro de la unidad visual.
Calidad Visual (CV)			
Diversidad	Gran variedad de elementos biofísicos y características visuales.	Diversidad media de vegetación, presencia de actividades humanas.	Escasa diversidad del paisaje
Naturalidad	Integración con características naturales.	Poca intervención humana en la naturaleza.	Naturaleza altamente modificada.
Singularidad	Presencia de elementos con alto grado de atractivo visual.	Escaso grado de atractivo visual	Presencia de elementos que pasan desapercibidos.
Complejidad topográfica	Presencia de un relieve montañoso notorio.	Formas montañosas con poco dominio.	Colinas suaves y ondulaciones poco notorias.
Superficie y límite de agua	Presencia en mayor escala de agua en el paisaje.	Presencia de agua en manera moderada.	Escasa presencia de agua, o casi nula.
Actuaciones humanas	Actuaciones humanas que estéticamente no afectan el entorno.	Actuaciones humanas armoniosas sin calidad escénica.	Modificaciones intensas que reducen la calidad escénica.
Degradación de la capacidad visual	Organización o equilibrio de los diferentes elementos del paisaje.	Existe una cierta armonía entre la distribución de los elementos.	Desorganización de todos los elementos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Parámetros de Valoración			
Calidad Escénica (CE)			
Morfología	Relieve con pendientes del 60% marcado y predominante o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Pendientes entre 30- 60%. Formas erosivas interesantes variadas, Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Pendientes entre 0- 30% colinas suaves, fondos de valles planos, pocos o ningún detalles singular, sin rasgos dominantes.
Vegetación	Grandes masas boscosas, gran variedad de tipos de vegetación, con formas texturas y distribución interesantes.	Cubierta vegetal casi continúa. Poca variedad en la distribución de la vegetación, diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continúa. Poca o ninguna variedad en distribución de la vegetación o contraste.
Formas de agua	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas o grandes láminas de agua en reposo. Formaciones hídricas excepcionales.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje, con características bastante comunes en su recorrido y caudal.	Torrentes y arroyaos intermitentes con poca variación en caudal, lagos pequeños, regulares y sin reflejo ausente o inapreciable.
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y/o nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, rocas y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste. Colores apagados.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región.	Característico aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región
Actuación humana	libre de actuaciones estéticamente no deseadas o modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan calidad escénica.

Tabla 56. Parámetros de valoración para elementos paisajísticos.

➤ **Sistema Ambiental**

Para realizar la evaluación paisajística del SA, se utilizó una imagen satelital de alta resolución, la cual fue consultada en la Plataforma Google Earth Pro, así como diversas

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

capas temáticas para analizar los diferentes componentes abióticos que integran el paisaje en el área de estudio.

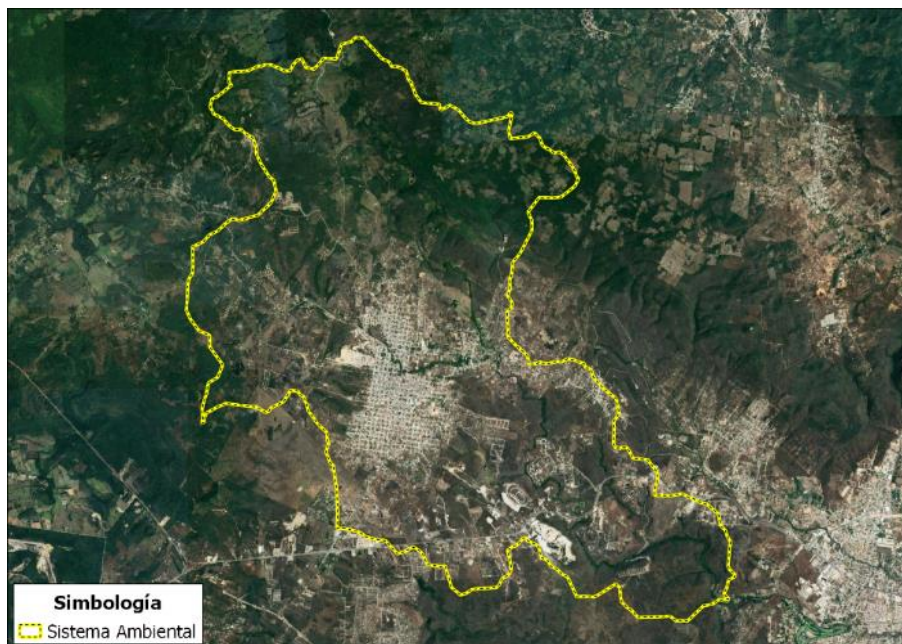


Figura 36. Imagen satelital del Sistema Ambiental.

A continuación, se presenta la valoración de los elementos para caracterizar el paisaje dentro del Sistema Ambiental:

Parámetro	Elemento	Valoración
Unidad Visual (UV)	Abiótico	3
	Biótico	3
	Antrópico	3
Subtotal		9
Organización Visual (OV)	Contraste visual	3
	Dominancia visual	3
Subtotal		6
Calidad Visual (CV)	Diversidad	3
	Naturalidad	1
	Singularidad	3
	Complejidad topográfica	5
	Superficie y límite de agua	3
	Actuaciones humanas	1
	Degradación de la capacidad visual	3
Subtotal		19
Calidad Escénica (CE)	Morfología	3
	Vegetación	3
	Formas de agua	1
	Color	3
	Fondo escénico	3
	Rareza	1

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Parámetro	Elemento	Valoración
	Actuación humana	1
Subtotal		15
Total		49

Tabla 57. Valoración paisajística del Sistema Ambiental.

De acuerdo con la valoración realizada, en el SA se obtuvo una calificación de **49**, clasificándose con **Buena Calidad Paisajística**, esto debido a que se observa un grado medio de antropización, disminuyendo la calidad escénica de las áreas naturales remanentes en el interior de esta zona, aunado a la moderada complejidad topográfica y la poca incidencia de cuerpos de agua en el área de estudio, resultando en zonas con atractivo visual medio.

➤ **Área del Proyecto**

Para realizar la evaluación paisajística del área del Proyecto, se utilizó una imagen satelital de alta resolución, la cual fue consultada en la Plataforma Google Earth Pro, así como diversas capas temáticas para analizar los diferentes componentes abióticos que integran el paisaje en el área de estudio.



Figura 37. Imagen satelital del área del Proyecto.

Parámetro	Elemento	Valoración
Unidad Visual (UV)	Abiótico	1
	Biótico	1
	Antrópico	3
Subtotal		5
Organización Visual (OV)	Contraste visual	1
	Dominancia visual	3
Subtotal		4
Calidad Visual	Diversidad	1

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Parámetro	Elemento	Valoración
(CV)	Naturalidad	1
	Singularidad	3
	Complejidad topográfica	1
	Superficie y límite de agua	1
	Actuaciones humanas	1
	Degradación de la capacidad visual	1
Subtotal		9
Calidad Escénica (CE)	Morfología	1
	Vegetación	1
	Formas de agua	1
	Color	3
	Fondo escénico	3
	Rareza	3
	Actuación humana	1
Subtotal		13
Total		31

Tabla 58. Valoración paisajística del área del Proyecto.

De acuerdo con la valoración realizada, en el sitio del Proyecto se obtuvo una calificación de **31**, clasificándose con **Baja Calidad Paisajística**, esto debido a que se observa un alto grado de antropización en el área de estudio, disminuyendo la calidad escénica de por la escasez de áreas naturales en su interior, en conjunto con las afectaciones por diversas actividades económicas que se observan en sus inmediaciones, resultando en una zona con poco atractivo visual.

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. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono”.

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 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 del 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).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Los bosques proveen y aprovechan el agua que captan de la atmósfera, al atraer la lluvia o captar la humedad del ambiente. 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).

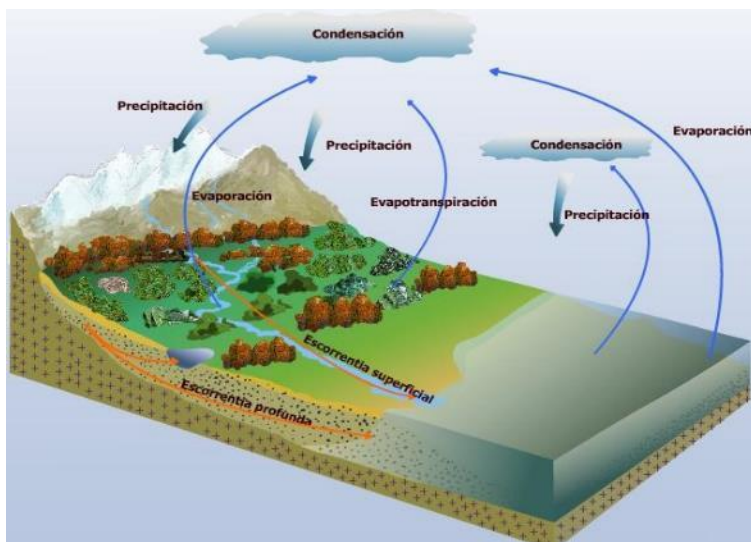


Figura 38. Esquema general del ciclo hidrológico.

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.

Con base en lo anterior, se puede concluir que con la eliminación de la vegetación en las **1.2692 Ha** propuestas 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 **Capítulo 7**, para la *Estimación de la infiltración*, del presente estudio, se estimó el Coeficiente de Ecurrimiento (Ce) y el Ecurrimiento Anual (Ve) para el área de CUSTF.

La metodología para calcular la captura de agua en el área de CUSTF se presenta en el **Capítulo 7** del presente documento. En la Tabla 59 se muestra un resumen de las condiciones naturales de la infiltración actual en el área de CUSTF:

Precipitación (m ³ /Año)	ETR (m ³ /Año)	EA (m ³ /Año)	Infiltración (m ³ /Año)
13,067.37	3,491.43	2,006.42	7,569.61

Tabla 59. Volumen de infiltración actual del área de CUSTF.

En total, se tiene un volumen de infiltración de **7,569.61 m³ anuales** de agua en la superficie de CUSTF, contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Entonces, para conocer las condiciones posteriores a la ejecución del CUSTF, se realizó un pronóstico de la situación. Para este caso, se obtuvieron los datos de la Tabla 60:

Precipitación (m ³ /Año)	ETR (m ³ /Año)	EA (m ³ /Año)	Infiltración (m ³ /Año)
13,067.37	3,491.43	2,834.71	6,741.23

Tabla 60. Volumen de infiltración del área del proyecto (posterior al CUSTF).

Por lo anterior, se puede concluir que en el sitio del proyecto se infiltrará un total de **6,741.23 m³** de agua anualmente, después de la ejecución del CUSTF.

A partir de lo mencionado previamente, en la Tabla 61 se exhibe el déficit de agua que se estaría dejando de captar en el sitio del Proyecto:

Infiltración (m ³ /Año)		Diferencia
Actual	Posterior al CUSTF	
7,569.61	6,741.23	828.28

Tabla 61. Déficit de agua en el área de CUSTF.

Lo anterior establece un déficit de **828.28 m³** de agua captada en la superficie de CUSTF, el cual será compensado con la ejecución de un **Programa de Reforestación** en un área total de **3.00 Ha**.

4.3.2.1.2. Estimación de la captura de agua para el área de reforestación

En la Tabla 62 se muestra un resumen de las condiciones naturales de la infiltración actual en el área de reforestación:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Precipitación (m ³ /Año)	ETR (m ³ /Año)	EA (m ³ /Año)	Infiltración (m ³ /Año)
30,887.25	8,252.67	6,700.56	15,934.02

Tabla 62. Volumen de infiltración actual del área de reforestación.

En total, se tiene un volumen de infiltración de **15,934.02 m³ anuales** de agua en la superficie de reforestación, contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Entonces, para conocer las condiciones posteriores a la ejecución de las actividades de reforestación, se realizó un pronóstico de la situación. Para este caso, se obtuvieron los datos de la Tabla 63:

Precipitación (m ³ /Año)	ETR (m ³ /Año)	EA (m ³ /Año)	Infiltración (m ³ /Año)
30,887.25	8,252.67	4,742.71	17,891.88

Tabla 63. Volumen de infiltración (posterior a la reforestación).

Por lo anterior, se puede concluir que en el sitio de reforestación se infiltrará un total de **17,891.88 m³** de agua anualmente, después de las mencionadas actividades.

A partir de lo mencionado previamente, en la Tabla 64 se exhibe el volumen de infiltración que se estaría recuperando en el sitio de reforestación:

Infiltración (m ³ /Año)		Diferencia
Actual	Posterior al CUSTF	
15,934.02	17,891.88	-1,957.86

Tabla 64. Aumento de agua en el área de CUSTF.

Lo anterior establece un aumento de **1,957.86 m³** de agua captada en la superficie de reforestación, el cual compensa el déficit de **828.28 m³** en el área de CUSTF con una diferencia de **1,129.58 m³** de agua que se estarían recuperando debido a las actividades de reforestación.

4.3.2.2. Captura de carbono

La captura de carbono se considera un servicio ambiental esencial, que puede definirse como la extracción y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) en forma de biomasa en bosques, suelos y océanos, evitando su llegada a la atmósfera.

Para el cálculo del contenido de carbono almacenado en la superficie forestal donde se efectuará el CUSTF, se optó por realizar la determinación de las existencias reales de la biomasa a través de ecuaciones alométricas con los datos de diámetro a la altura de pecho (DAP) recabados en campo y, en su caso, la altura, obtenidas desde las siguientes fuentes:

- Birigazzi, L., Fernandez, J., Baldasso M., Trotta, C., Saint André, L., Sola, G., Henry, M. (2013) Georeferenced database of tree volume and biomass allometric equations for North America, *UN REDD Programme*, Rome, Italy

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- Rojas-García F., De Jong B. H.J., Martínez-Zurimendi P., Paz-Pellat F. 2015. Database of 478 allometric equations to estimate biomass for Mexican trees and forests. *Annals of Forest Science*. 72: 835–864.
- CALCBOSK Equation Database. Recurso en línea en: https://climateregistry.sharepoint.com/:x/g/EX15E8LwQA1BjkQUMSbj0sABcuWXdOKBu5il4N4WRDdc0Q?rttime=rA_xXzdy2Ug

Dichos modelos hacen uso del método directo, donde se obtienen los resultados de la biomasa forestal (en kilogramos). Posteriormente, los resultados se convierten a toneladas y se les aplica el factor de conversión de Carbono (0.5), como lo indican 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 del CUSTF.

4.3.2.2.1. Compensación de la pérdida en la captura del carbono

La medida de prevención a establecer para recuperar el Carbono que será liberado producto de la remoción de la cobertura vegetal en el área de Proyecto será la Reforestación, la cual se propone su ejecución en una superficie de 3.00 Ha en un área desprovista de vegetación.

A fin de demostrar que dicha actividad podrá compensar la pérdida de carbono por las actividades del proyecto, se realizó la estimación del incremento de la biomasa y de carbono anualmente a través de ecuaciones alométricas y de los valores de crecimiento anual de las especies consideradas para la reforestación.

Como se menciona en el **Capítulo 8**, se consideran 6 especies para la reforestación. Para el cálculo del carbono que será almacenado año con año por los individuos considerados, se recopilaron las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa.

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula Alométrica
1	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$(0.232435 * (DAP)^{2.21906})$
2	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	$(0.064808 * (DAP)^{2.46998})$
3	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	$(0.5825 * (DAP)^{1.6178})$
4	<i>Gliricidia sepium</i>	Mataratón	$(0.1185) * (DAP)^2$
5	<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisguate	$0.1138 * (DAP)^{2.3513}$
6	<i>Tabebuia donnell smithii</i>	Primavera	$0.0530 * (((dia)^2) * ((alt)^{0.7}))^{1.0072}$

Tabla 65. Ecuaciones alométricas de las especies que serán utilizadas en la reforestación.

De esta manera, se obtiene el carbono total almacenado por la reforestación en una superficie de 3.00 Ha:

Carbono	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Aéreo	0.790	3.129	7.258	13.422	21.855	32.777	46.400	62.927
Bajo el suelo	0.376	0.984	1.355	1.627	1.842	2.021	2.175	2.310

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Carbono	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Total	1.166	4.113	8.613	15.049	23.697	34.798	48.575	65.237

Tabla 66. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 1 al 8).

Carbono	Años						
	9	10	11	12	13	14	15
Aéreo	82.554	105.471	131.861	161.904	195.776	233.648	275.687
Bajo el suelo	2.430	2.538	2.636	2.727	2.811	2.889	2.962
Total	84.984	108.008	134.497	164.632	198.588	236.537	278.649

Tabla 67. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 9 al 15).

Como se observa en las Tabla 66 y 67, con el paso de los años se muestra un aumento en los valores de carbono resultantes de la reforestación, siendo en el año 15 cuando se compensa el carbono perdido por las actividades de CUSTF del proyecto en estudio, como puede apreciarse en la Tabla 68:

Carbono	Déficit de carbono resultante del CUSTF	Carbono almacenado en la Reforestación (Año 15)	Diferencia
Aéreo	273.927	275.687	1.760
Bajo el suelo	1.432	2.962	1.530
Total	275.359	278.649	3.290

Tabla 68. Comparación en los valores de carbono por actividades compensatorias.

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 3°, 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”.

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 generar.

En lo que respecta a la Flora silvestre, a través de los estudios y muestreos realizados en campo, se detectó a las siguientes especies en el listado de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** y/o en su **Anexo Normativo III** en el sitio del Proyecto:

- *Cedrela odorata* bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Sin embargo, cabe mencionar que dicha especie será recolectada y relocalizada, siguiendo los lineamientos del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre** que se presenta en el **Capítulo 11** de este documento.

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** y/o en su **Anexo Normativo III**:

- Dentro del grupo faunístico de los Reptiles: *Ctenosaura acanthura* bajo el rubro de Sujeta a Protección Especial (Pr).

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**, que se exhibe en el **Capítulo 11** de este documento.

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. 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 el **Capítulo 7** de este documento.

De esta manera, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La Erosión Laminar Actual (Hídrica y Eólica) Actual en el sitio de CUSTF es de **186.83 Ton/Año**, que se clasifica como una Erosión Alta, es decir, entre 100 y 200 Ton/Año.
- Después de haber realizado el CUSTF, dicha erosión ascendería a **410.55 Ton/Año**.
- Por consiguiente, se obtendría una diferencia de **223.72 Ton/Año**, misma cantidad que será mitigada y/o compensada.

Para garantizar la conservación de este servicio ambiental se proponen acciones de conservación, las mismas fueron cuantificadas en el **Programa de Reforestación**, descrito en el **Capítulo 8** de este documento, 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 *Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia*, 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 removerán, 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. La descripción de dichas medidas se encuentra en el **Capítulo 10** de este documento.

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.

La Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, actualmente ofrece un panorama importante de belleza escénica en la región donde se desarrollan. Estos paisajes cambiarán, dando paso a áreas transformadas para el establecimiento de un parque logístico y comercial. 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

El SA no presenta contaminación atmosférica, debido a que no tiene condiciones confinadas de aire; los contaminantes que pudieran existir dentro de la SA son principalmente aquellos que provienen de las actividades agrícolas, procesamiento de materiales pétreos 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 afectados por actividades antropogénicas, puede señalarse en términos generales que este servicio se verá alterado, 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 arbórea que refleje los rayos solares, estos entran de forma directa al sotobosque modificando 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 rústico de forma parcial.

4.3.2.9. Generación de oxígeno

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.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 1.2692 Ha por motivo del CUSTF, se dejarían de capturar entre **2.5384 y 5.0768 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 **1.2692 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, de manera paulatina; por lo que el grado de afectación en relación con los servicios ambientales se describen en la Tabla 69:

Clase	Servicios Ambientales	Grado de Afectación	Área de Impacto
Provisión	Servicios Hidrológicos	Mayor	Área de Estudio y SA
	Captura de Carbono	Mayor	Área de Estudio y SA
	Biodiversidad	Mayor	Área de Estudio
	Suelos	Mayor	Área de Estudio y SA
	Oxígeno	Menor	Área de Estudio
	Aire	Menor	Área de Estudio
Regulación	Regulación Climática	Menor	Área de Estudio
Culturales	Paisaje y Recreación	Menor	Área de Estudio

Tabla 69. Servicios ambientales analizados.

4.4. Diagnóstico Ambiental

El Proyecto consiste en la ejecución del CUSTF para la construcción e implementación de un puente vehicular y un complejo industrial en el Municipio de Berriozábal, 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 existentes y en óptimas condiciones; así como el acceso a servicios básicos como energía eléctrica y agua potable.

La superficie solicitada presenta *Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia*, por lo que es necesario la aplicación de un CUSTF, a fin de obtener las condiciones

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

necesarias para la ocupación del terreno y el futuro establecimiento del complejo industrial. Con lo anterior, se entiende que la zona de influencia del Proyecto ya se encuentra impactada por actividades similares a la naturaleza de este.

En cuanto a las características abióticas del sitio, estas representan condiciones perfectas para el tipo de actividad que busca ejecutar el Proyecto. 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, mitigación y compensación, 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. Asimismo, se ejecutará un **Programa de Reforestación** para la disminución de la erosión y la compensación en el déficit de la infiltración y la pérdida sobre la captura del Carbono.

Cabe mencionar que la zona en donde se establecerá 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** desde el punto de vista ambiental.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B “COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR 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**



ÍNDICE

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.....	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
5.1.2. Fauna.....	20
5.2. Identificar el tipo de ecosistema según la Clasificación del INEGI.....	25
5.2.1. Provincia biogeográfica.....	25
5.2.2. Uso de suelo y vegetación	26
5.3. Precisar si el predio se encuentra dentro de alguna ANP.....	26
5.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federal	26
5.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales	27
5.3.3. Regiones Prioritarias para la Conservación	28
5.4. Precisar el nombre de las especies de flora y fauna con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III	30
5.5. Plano con la ubicación del Predio respecto a la Cuenca, Subcuenca o Microcuenca (Alta, Media, Baja).....	30
5.6. Estimación de la erosión del suelo sin y con el CUSTF	31
5.6.1. Erosión Laminar Hídrica	31
5.6.2. Erosión Laminar Eólica	48
5.7. Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo	52
5.8. Ubicación del predio respecto a la población más cercana (Distancia y Elevación).53	
5.9. Medio Físico	54
5.9.1. Clima	54
5.9.2. Suelos.....	59
5.9.3. Pendiente Media.....	59
5.9.4. Relieve.....	60
5.10. En cuanto a hidrografía, las corrientes naturales y la estimación de la captación del agua sin y con CUSTF.....	64
5.10.1. Hidrología.....	64
5.10.2. Captación del agua.....	66
5.11. Medio Socioeconómico.....	71
5.11.1. Demografía	72
5.12. Paisaje.....	73
5.13. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de Uso de Suelo propuestos	74
5.13.1. Describir la importancia de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema a nivel Cuenca Hidrológico-Forestal y área de influencia del proyecto (Sistema Ambiental).....	74

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

5.13.2. Indicar de acuerdo con la naturaleza del proyecto y el ecosistema por afectar los servicios ambientales que proporciona y que pudieran ponerse en riesgo	75
5.13.3. Determinar el grado de afectación o de reducción de los servicios ambientales, indicando si es a nivel de la cuenca o del área de influencia del proyecto	88
5.13.4. Los servicios ambientales a considerar y analizar son los que establece el Artículo 7 fracción LXI de la LGDFS	89
5.14. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo	2
Tabla 2. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de CUSTF.	6
Tabla 3. Número de árboles totales a remover en el área sujeta a CUSTF.	7
Tabla 4. Número de arbustos totales a remover en el área sujeta a CUSTF.	8
Tabla 5. Número de hierbas totales a remover en el área sujeta a CUSTF.	8
Tabla 6. Número de especies no maderables totales a remover en el área sujeta a CUSTF.	8
Tabla 7. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.	10
Tabla 8. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.	10
Tabla 9. Densidad y Densidad Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.	10
Tabla 10. Densidad y densidad relativa de especies epífitas y no maderables en el área del proyecto.	11
Tabla 11. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto. ...	12
Tabla 12. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.	12
Tabla 13. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.	12
Tabla 14. Frecuencia y Frecuencia Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.	13
Tabla 15. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.	14
Tabla 16. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.	14
Tabla 17. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.	14
Tabla 18. Dominancia y dominancia relativa de especies epífitas y no maderables en el área del proyecto.	15
Tabla 19. Valor de Importancia y de Importancia Relativo del estrato arbóreo en el CUSTF.	16
Tabla 20. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbustivo en el CUSTF.	16
Tabla 21. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.	17
Tabla 22. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto	17
Tabla 23. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.	19

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Tabla 24. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el Área del Proyecto...	19
Tabla 25. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el Área del Proyecto...	20
Tabla 26. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.....	20
Tabla 27. Sitios de muestreo de fauna.....	22
Tabla 28. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el Área del Proyecto.	24
Tabla 29. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el Área del Proyecto.	24
Tabla 30. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el Área del Proyecto.	25
Tabla 31. Sitios de muestreo de fauna.....	30
Tabla 32. Ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Becerra, 1997).	32
Tabla 33. Precipitación para el Factor R.	33
Tabla 34. Descripción de los tipos de suelo.....	34
Tabla 35. Clasificación WRB de los tipos de suelo.....	34
Tabla 36. Extensiones utilizadas en ArcGis 10.1.....	38
Tabla 37. Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.....	39
Tabla 38. Valores promedio de LS.	41
Tabla 39. Valores para el Factor C.	42
Tabla 40. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.	45
Tabla 41. Clase de degradación en el área de CUSTF.....	45
Tabla 42. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.	47
Tabla 43. Clase de degradación en el área tras el CUSTF.....	48
Tabla 44. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.....	49
Tabla 45. Valores de calificación de los suelos calcáreos.....	49
Tabla 46. Calificación del uso de suelo (CAUSO).	49
Tabla 47. Memoria de cálculo de la erosión eólica.	50
Tabla 48. Clasificación de la erosión eólica presente en el área del proyecto.....	50
Tabla 49. Memoria de cálculo de la erosión eólica tras el CUSTF.....	52
Tabla 50. Clasificación de la erosión eólica en el área del proyecto tras el CUSTF.	52
Tabla 51. Precipitación media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.	56
Tabla 52. Temperatura media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.	57
Tabla 53. Disponibilidad Media Anual de Acuífero Tuxtla.	66
Tabla 54. Valores de K en función del tipo de suelo. Tomado de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1999).	69
Tabla 55. Valor del coeficiente de escurrimiento.....	69
Tabla 56. Cálculo del volumen de escurrimiento anual en el área de CUSTF.	70
Tabla 57. Valor del coeficiente de escurrimiento tras el CUSTF.	70
Tabla 58. Cálculo del escurrimiento anual tras la ejecución del CUSTF.	71
Tabla 59. Distribución de la Población por sexo y edad.....	72
Tabla 60. Valoración paisajística del Sistema Ambiental.	74
Tabla 61. Fórmulas para la estimación de biomasa por especie.....	78
Tabla 62. Cálculo de carbono total almacenado en la superficie de CUSTF.	79
Tabla 63. Ecuaciones alométricas de las especies que serán utilizadas en la reforestación.	80
Tabla 64. Valores de crecimiento anual del DAP de las especies a reforestar.....	80

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Tabla 65. DAP estimado de las especies para la reforestación (años 1 al 8).	81
Tabla 66. DAP estimado de las especies para la reforestación (años 9 al 15).	81
Tabla 67. Altura estimada de <i>Tabebuia donnell smithii</i> (años 1 al 15).	81
Tabla 68. Biomasa en Kilogramos (años 1 al 8).	81
Tabla 69. Biomasa en Kilogramos (años 9 al 15).	81
Tabla 70. Biomasa en toneladas (años 1 al 8).	82
Tabla 71. Biomasa en toneladas (años 9 al 15).	82
Tabla 72. Biomasa total derivada del total de individuos para la reforestación (años 1 al 8).	82
Tabla 73. Biomasa total derivada del total de individuos para la reforestación (años 9 al 15).	82
Tabla 74. Carbono aéreo total almacenado en las especies de reforestación (años 1 al 8).	83
Tabla 75. Carbono aéreo total almacenado en las especies de reforestación (años 9 al 15).	83
Tabla 76. Biomasa y carbono bajo el suelo por año.	83
Tabla 77. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 1 al 8).	83
Tabla 78. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 9 al 15).	84
Tabla 79. Comparación en los valores de carbono por actividades compensatorias.	84
Tabla 80. Número de árboles en el área de CUSTF.	85
Tabla 81. Grado de afectación de los servicios ambientales.	89
Tabla 82. Tipos de Servicios Ambientales analizados.	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto.	1
Figura 2. Diseño de unidades de muestreo para selvas.	2
Figura 3. Sitios de muestreo.	3
Figura 4. Ejemplo de curvas de acumulación de especies.	4
Figura 5. Curva de Acumulación de Especies.	5
Figura 6. Provincia biogeográfica en la que se ubica el proyecto.	25
Figura 7. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto.	26
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a las ANP Federales.	27
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a las ANP Estatales.	27
Figura 10. Ubicación respecto a las RTP.	28
Figura 11. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.	29
Figura 12. Ubicación respecto a las RMP.	29
Figura 13. Ubicación del proyecto respecto a las AICA.	30
Figura 14. Jerarquización hidrográfica del proyecto.	31
Figura 15. Regionalización nacional de factor R (Becerra, 1997).	32
Figura 16. Tipo de Suelo presente en el Área de Proyecto.	35
Figura 17. MDE del recuadro alrededor del Área de Proyecto.	36
Figura 18. Curvas de Nivel a 50 m del recuadro alrededor del Área de Proyecto.	37

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Figura 19. TIN del recuadro alrededor del Área de Proyecto.....	37
Figura 20. MDE del Área de Proyecto.....	38
Figura 21. Raster creados.	39
Figura 22. Raster creados a partir de las Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.....	40
Figura 23. Factor LS del Área de CUSTF.	41
Figura 24. Erosión hídrica en el área del proyecto actual.	45
Figura 25. Erosión hídrica en el área del proyecto tras el CUSTF.....	48
Figura 26. Erosión eólica del área del proyecto.	51
Figura 27. Erosión eólica del área del proyecto tras el CUSTF.	52
Figura 28. Ubicación del proyecto dentro de Berriozábal.....	53
Figura 29. Elevaciones en el área de CUSTF.	54
Figura 30. Clima en el área del proyecto.....	55
Figura 31. Dirección del viento registrada en la EMA "Tuxtla".	58
Figura 32. Flujo del viento registrada en la EMA "Tuxtla".....	58
Figura 33. Tipo de suelo en el área del proyecto.	59
Figura 34. Pendientes en la superficie del proyecto.	60
Figura 35. Provincia fisiográfica en la que se ubica el proyecto.....	60
Figura 36. Subprovincia fisiográfica en donde se ubica el proyecto.	61
Figura 37. Topoformas en el área del proyecto.	62
Figura 38. Tipo de rocas en el área del proyecto.	62
Figura 39. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.	63
Figura 40. Peligro sísmico en el área del proyecto.....	64
Figura 41. Hidrología superficial del área del proyecto.	65
Figura 42. Acuífero en el que se ubica el área del proyecto.	65
Figura 43. Hidrogeología del área del proyecto.	66
Figura 1. Imagen satelital del Sistema Ambiental.	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Precipitación Media Mensual registrada en la estación No. 7372.	56
Gráfica 2. Temperatura Media Mensual registrada en la estación No. 7372.	57

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

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 los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), el área del Proyecto se ubica sobre dos clases, Desprovisto de Vegetación (ADV) y Asentamiento Humanos (AH), como se aprecia en la Figura 1.

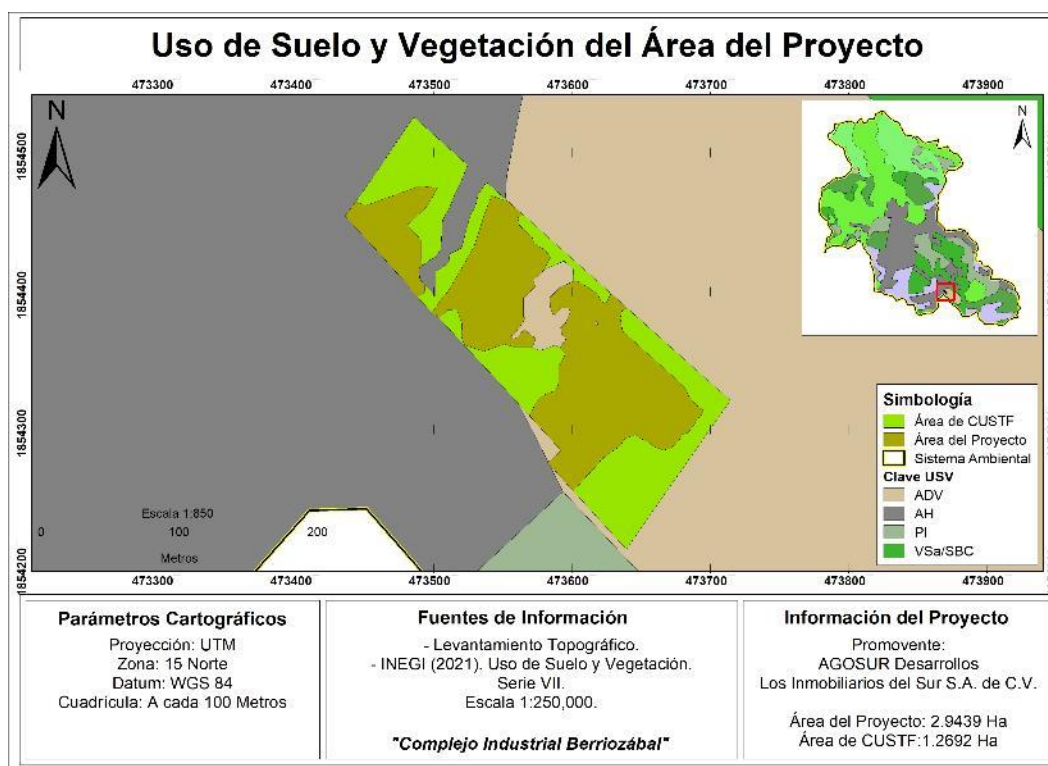


Figura 1. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto.

5.1.1.1. Metodología de Muestreo

Para caracterizar la vegetación y analizar su diversidad, siguiendo el criterio 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, en el cual se proponen sitios conglomerados, que se encuentran integrados por unidades de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

muestreo secundarias. De acuerdo con el Manual, al tratarse de vegetación de Selva Baja Caducifolia, se emplearon sitios de muestro rectangulares de 400 m² para árboles, de 12.56 m² para arbustos y de 1 m² para hierbas, como se observa de en la representación gráfica de la Figura 2.

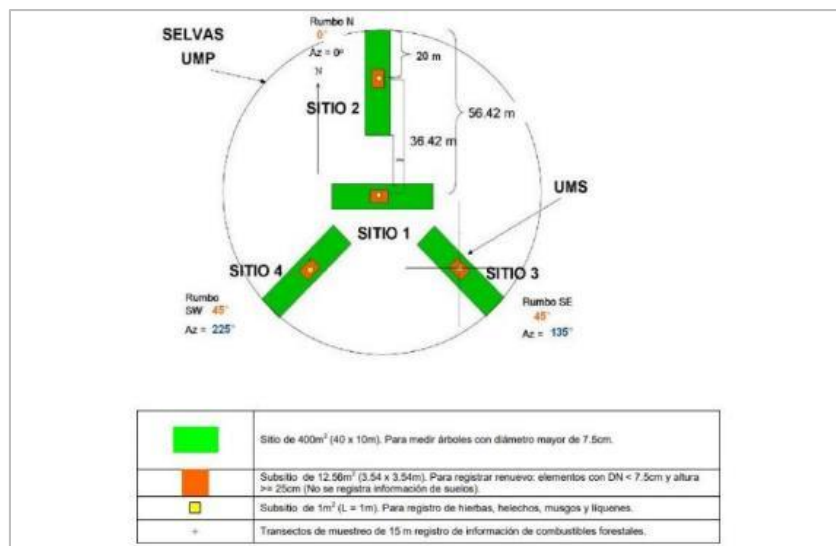


Figura 2. Diseño de unidades de muestreo para selvas.

Dentro del área de CUSTF se registraron todos los individuos que presentaron en los diferentes estratos. Los datos fueron capturados y analizados con el programa Microsoft Excel (2007) para Windows.

- En los sitios de 400 m² se mide y registra el arbolado 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.

En la Tabla 1 se muestran las coordenadas UTM (Datum WGS84 Zona 15 Norte) correspondientes a los centroides de los sitios de muestreo:

Coordenadas UTM		
Sitio	X	Y
1	473475	1854482
5	473542	1854354
7	473642	1854258
8	473689	1854331
9	473571	1854339
10	473648	1854237
11	473676	1854283

Tabla 1. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

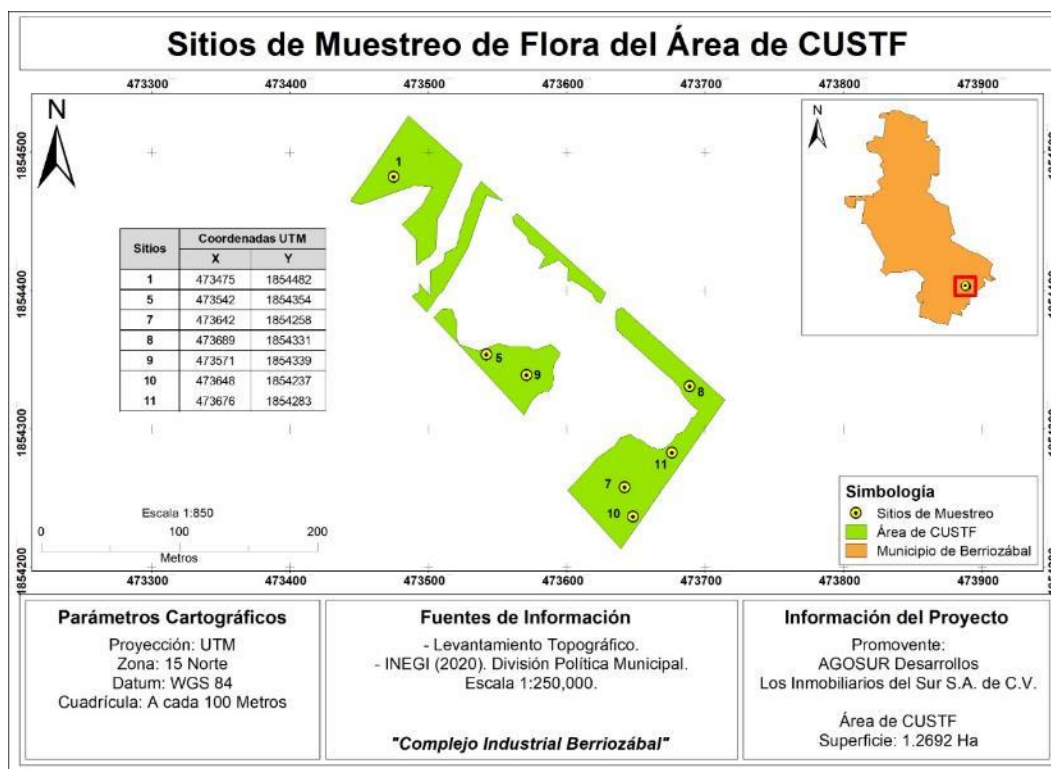


Figura 3. Sitios de muestreo.

5.1.1.1.1. Confiabilidad de la Muestra

Para determinar la confiabilidad de la muestra se empleó un análisis de curvas de acumulación, el cual ofrece argumentos para poder determinar la validez del muestreo. Con estas herramientas se puede estimar la riqueza de especies en función de los esfuerzos de muestreo, además, permiten dar 1) la 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 estimarse el total de especies que estarían presentes en la zona.

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma en como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos, representando en eje Y el número de especies acumuladas y el X el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos (Figura 3).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

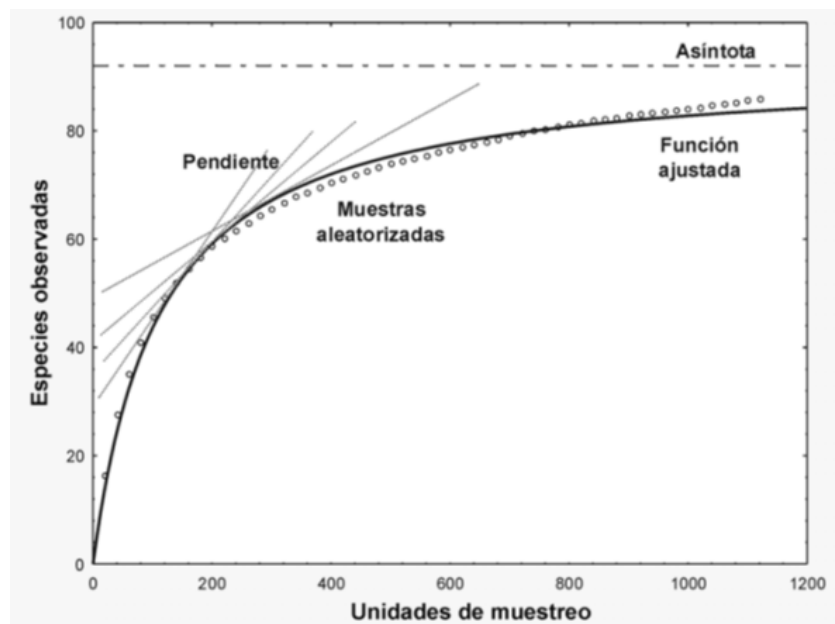


Figura 4. Ejemplo de curvas de acumulación de especies.

Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque aumente el esfuerzo, es decir, incremente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, no se amplificará el número de especies, por lo que tenemos un buen Muestreo. Sin embargo, muchas veces no se cuenta con las condiciones adecuadas para obtener buenos muestreos, por lo que se requiere aplicar modelos de acumulación que permitan evaluar qué tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales con el método aplicado.

Entre las estimaciones más empleadas para evaluar la riqueza de especies en ecología, se encuentran 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

ecólogos para cuantificar la biodiversidad y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas.

Para el presente estudio, se calculó la curva de acumulación de especies estimadas según el estimador no paramétrico; JACK2; tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.

Para obtener los datos de JACK2 utilizamos el programa Estimated 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.

- **Curva acumulativa general**

Si analizamos la Curva de Acumulación de Especies, observamos que la curva a partir del primer sitio tiende a subir lentamente, llega al sitio 6 y se estabiliza formando la asíntota. El intervalo de riqueza de especies estimada es de 31 a 60 especies. La evaluación de la precisión del estimador mostró que el Área del Proyecto tuvo una riqueza muestreada de 40 especies y una riqueza verdadera de 60 especies. Analizando el crecimiento en especies, observamos que del Sitio 1 al 6, el crecimiento fue de 59 especies, mientras que del Sitio 6 al 7, el crecimiento estimado fue de 1 especies, es decir tiende a la baja.



Figura 5. Curva de Acumulación de Especies.

5.1.1.1.2. Error de Muestreo

De acuerdo con la información levantada en el inventario de flora y utilizando un tamaño de muestra de siete (7) sitios de muestreo de 400 m², distribuidos sobre una superficie de 1.2692 Ha, se obtuvo como resultado una intensidad de muestreo de 22.06%.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Aunado a lo anterior, se realizó el cálculo del error de muestreo con la aplicación de las fórmulas que se describen en el apartado **2.2.5.2.2. ANÁLISIS DEL MUESTREO APLICADO** del **Capítulo 2**. 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 **7.33%**, con una confiabilidad del 95%.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del análisis del error de muestreo:

Símbolo	Descripción	Valor
N	Tamaño de la Población	32
α	Probabilidad de que la conclusión sea incorrecta	0.05
n	Tamaño de la Muestra	7
$\bar{y} = y\text{-barra}$	Media Muestral	15.571
S^2y	Varianza Muestral de la Variable	1.952
$F = n/N$	Fracción o Intensidad de Muestreo	0.221
$FCF = 1-f$	Factor de Corrección por Población Finita	0.779
$S^2\bar{y}$	Varianza Muestral del Estimador Media Muestral	0.217
$S\bar{y}$	Desviación Estándar (Error Típico)	0.466
$(\alpha, gl=n-1)$	Valor t-Student	2.447
$tS\bar{y}$	Error de Muestreo	1.141
$\bar{y}+tS\bar{y}$	Límite Superior de Estimación de la Media	16.712
$\bar{y}-tS\bar{y}$	Límite Inferior de Estimación de la Media	14.431
E	Error Máximo Aceptable	1.557
$n_{necesaria}$	Tamaño de Muestra necesario	5
-----	Unidades de Muestreo faltantes	2
$\hat{t}$	Total Estimado	494.08
-----	Límite Superior de Estimación Total	530.28
-----	Límite Inferior de Estimación Total	457.88
-----	Error de Muestreo Total	7.33%
-----	Intensidad de Muestreo Total	22.06%

Tabla 2. Análisis Experimental del Muestreo aplicado en el Área de CUSTF.

5.1.1.2. Número de Individuos por Hectárea

En seguida, se exhibe el número total de individuos por hectárea que serán removidos de cada estrato florístico en cada una de las etapas del CUSTF, por tipo de vegetación:

5.1.1.2.1. Estrato Arbóreo

En la siguiente Tabla, se presenta el número total de árboles que se pretenden remover en la superficie sujeta a CUSTF:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0	11	14
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina Blanca	1	21	27
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	12	296	376
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	1	14	18
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	8	196	249
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2	43	54
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0	7	9
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	5	129	163
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0	7	9
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0	4	5
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0	4	5
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	2	61	77
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	2	46	59
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	1	36	45
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	9	236	299
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	3	86	109
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	1	32	41
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0	7	9
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	1	14	18
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	1	32	41
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	8	193	245
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0	11	14
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0	11	14
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0	11	14
<i>Tecoma stans</i>	Candox	2	54	68
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0	7	9
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0	4	5
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0	7	9
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0	4	5
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	1	25	32
Total		64	1607	2040

Tabla 3. Número de árboles totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, en el área de CUSTF, se pretenden remover un total de 2,040 individuos pertenecientes al estrato arbóreo

5.1.1.2.2. Estrato arbustivo, herbáceo y no maderable

Respecto al total de individuos que se pertenecientes al estrato arbustivo y herbáceo que se pretenden remover, se presentan a continuación:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	0	11	14
<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	0	4	5
Total		1	14	18

Tabla 4. Número de arbustos totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Ha	No. total en CUSTF
<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	0	7	9
<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	0	7	9
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	5	125	159
<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	1	21	27
<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0	7	9
<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	0	4	5
<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	0	4	5
<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	1	32	41
Total		8	207	263

Tabla 5. Número de hierbas totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, en el área CUSTF, se pretenden remover un total de **18** individuos pertenecientes al estrato arbustivo y **263** pertenecientes al estrato herbáceo.

En cuanto a las especies No Maderables, en la siguiente tabla se exhiben el total de individuos que se pretenden remover:

Nombre Científico	Nombre Común	No. por Sitio	No. por Hectárea	No. total en CUSTF
<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	0	7	9
<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	3	82	104
Total		4	89	113

Tabla 6. Número de especies no maderables totales a remover en el área sujeta a CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, en el área de CUSTF, se pretenden remover un total de **113** individuos No Maderables.

Por lo tanto, con base a lo presentado anteriormente, en el área de CUSTF, se pretende remover un total de **2,434** individuos, se los cuales, **2,040 son árboles, 18 arbustos, 263 hierbas y 113 no maderables.**

5.1.1.3. Índice de Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo

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), quien menciona que para el cálculo de este valor debe contarse con parámetros como densidad, frecuencia y dominancia absolutas y relativas.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

➤ **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

$$Densidad = \frac{No. de Individuos}{Área Muestreada}$$

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.

$$Densidad Relativa (DER) = \frac{Densidad de una especie}{Densidad de todas las especies} \times 100$$

Estrato Arbóreo

Las especies arbóreas con mayor densidad relativa son el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 14.67% (235.71 Ind/Ha) y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 18.44% (296.43 Ind/Ha). Mientras que el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Shasa (*Eugenia acapulcensis*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor densidad relativa con 0.22% (3.57 Ind/Ha) cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	3	10.71	0.67%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	54	192.86	12.00%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	3	10.71	0.67%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	7.14	0.44%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Cadox	15	53.57	3.33%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	3.57	0.22%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	12	42.86	2.67%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	2	7.14	0.44%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	36	128.57	8.00%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	2	7.14	0.44%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	10.71	0.67%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6	21.43	1.33%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83	296.43	18.44%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	14.29	0.89%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17	60.71	3.78%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	24	85.71	5.33%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	9	32.14	2.00%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	7.14	0.44%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	4	14.29	0.89%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	9	32.14	2.00%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10	35.71	2.22%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	66	235.71	14.67%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	7.14	0.44%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	10.71	0.67%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	3.57	0.22%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	3.57	0.22%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13	46.43	2.89%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55	196.43	12.22%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	7	25.00	1.56%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	3.57	0.22%
Total			450	1,607.14	100%

Tabla 7. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo

De los Arbustos la especie con la densidad relativa más alta fue la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 75.00% (341.22 Ind/Ha). Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento la menor densidad relativa con 25.00% (113.74 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	113.74	25.00%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	341.22	75.00%
Total			4	454.96	100%

Tabla 8. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo

Del estrato herbáceo las especies que presenta la mayor Densidad Relativa (DENrel) son la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) con el 18.18% (12,500.00 Ind/Ha) y el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 25.45% (17,500.00 Ind/Ha). Mientras que el Acahual amarillo (*Melampodium divaricatum*), el Fruto bolita roja (*Crossopetalum uragoga*), el Lechero (*Euphorbia heterophylla*), el Malvavisco (*Malvaviscus arboreus*) y el Bejuco Costillas (*Paullinia pinnata*) presentaron la menor densidad relativa con 1.82%. (1,250.00 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	9	12,857.14	15.52%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	2	2,857.14	3.45%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	2,857.14	3.45%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	35	50,000.00	60.34%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	6	8,571.43	10.34%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	1,428.57	1.72%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	2,857.14	3.45%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	1,428.57	1.72%
Total			58	82,857.14	100%

Tabla 9. Densidad y Densidad Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se detectaron a dos especies, la que presenta una mayor Densidad Relativa es la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 92.00% (82.14 Ind/Ha) y la menor Densidad Relativa fue la Piñuela (*Bromelia pinguin*) con el 8.00% (7.14 Ind/Ha).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2	7.14	8.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23	82.14	92.00%
Total			25	89.29	100%

Tabla 10. Densidad y densidad relativa de especies epífitas y no maderables en el área del proyecto.

➤ **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.

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No. de Sitios en los que aparece una especie}}{\text{No. total de Sitios Muestreados}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Valores de frecuencia de una especie}}{\text{Valores de frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Estrato Arbóreo

De este estrato las especies con mayor Frecuencia Relativa son el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 8.33% y el Camarón (*Alvaradoa amorphoides*) detectados en todos los sitios (7). Mientras que el Corcochi (*Tabernaemontana glabra*), el Tziquescuí (*Verbesina abscondita*), el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*), el Anjuy (*Bursera grandifolia*), el Capulín Cimarrón (*Trema micrantha*), la Espina Blanca (*Acacia farnesiana*), el Tepeguaje (*Lysiloma acapulcense*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Shasa (*Eugenia acapulcensis*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con 1.19% detectados en 1 sitio cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	1	7	0.14	1.19%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	5	7	0.71	5.95%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	2	7	0.29	2.38%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	1	7	0.14	1.19%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	5	7	0.71	5.95%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	7	0.14	1.19%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2	7	0.29	2.38%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	1	7	0.14	1.19%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	6	7	0.86	7.14%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	1	7	0.14	1.19%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	2	7	0.29	2.38%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	7	0.14	1.19%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	5	7	0.71	5.95%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	3	7	0.43	3.57%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	5	7	0.71	5.95%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	6	7	0.86	7.14%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	3	7	0.43	3.57%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	1	7	0.14	1.19%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	2	7	0.29	2.38%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	3	7	0.43	3.57%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	3	7	0.43	3.57%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	7	7	1.00	8.33%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	7	0.29	2.38%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	2	7	0.29	2.38%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	7	0.14	1.19%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	7	0.14	1.19%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	2	7	0.29	2.38%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	7	7	1.00	8.33%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	2	7	0.29	2.38%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	7	0.14	1.19%
Total					12.00	100%

Tabla 11. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo.

La Especie Arbustiva con mayor Frecuencia Relativa es la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 66.67% detectado en 2 sitios. Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento la menor Frecuencia Relativa con el 33.33% detectado en 1 sitio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	7	0.14	33.33%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	2	7	0.29	66.67%
Total					0.43	100%

Tabla 12. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo.

La Especie Herbácea con mayor frecuencia relativa es el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 33.33% detectado en 5 de los 7 sitios efectuados. Mientras que la Golondrina (*Euphorbia graminea*), el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*), la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) y la Hierba Mora (*Solanum nigrescens*) presentaron 6.67% de frecuencia relativa, detectadas en un sitio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	2	7	0.29	13.33%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	1	7	0.14	6.67%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	1	7	0.14	6.67%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	5	7	0.71	33.33%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	2	7	0.29	13.33%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	7	0.14	6.67%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	7	0.29	13.33%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	7	0.14	6.67%
Total					2.14	100%

Tabla 13. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables la especie con el valor más alto de Frecuencia Relativa fue la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 85.71% detectado

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

en 6 sitios, mientras que la Piñuela (*Bromelia pinguin*) presenton la menor Frecuencia Relativa con el 14.29% detectada en un solo sitio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	1	7	0.14	14.29%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	6	7	0.86	85.71%
Total					1.00	100%

Tabla 14. Frecuencia y Frecuencia Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.

➤ **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.

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Área Basal de la especie } m}{\text{Suma de las áreas basales de todas las especies registradas en los muestreo}}$$

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.

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\text{Dominancia de una especie}}{\text{Sumatoria de las dominancias por especie}} \times 100$$

Estrato Arbóreo.

La Especie Arbórea con mayor dominancia relativa es: el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 31.04% con un AB de 1.5575. Mientras el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor dominancia relativa con 0.05% con un AB de 0.0023 cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.0161	0.0032	0.32%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	0.3623	0.0722	7.22%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.0138	0.0027	0.27%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.0068	0.0014	0.14%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	0.1079	0.0215	2.15%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.0023	0.0005	0.05%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	0.1408	0.0281	2.81%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.0134	0.0027	0.27%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	0.3720	0.0741	7.41%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.0118	0.0024	0.24%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0110	0.0022	0.22%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	0.0397	0.0079	0.79%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	1.5575	0.3104	31.04%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.0869	0.0173	1.73%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	0.2303	0.0459	4.59%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	0.1835	0.0366	3.66%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	0.0715	0.0143	1.43%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.0214	0.0043	0.43%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.0833	0.0166	1.66%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	0.0511	0.0102	1.02%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0483	0.0096	0.96%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	0.7022	0.1399	13.99%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.0067	0.0013	0.13%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.0312	0.0062	0.62%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.0033	0.0007	0.07%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.0045	0.0009	0.09%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	0.3282	0.0654	6.54%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	0.4880	0.0973	9.73%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.0198	0.0039	0.39%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.0023	0.0005	0.05%
Total			5.0181	1.00	100%

Tabla 15. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo.

La Especie de Arbusto con mayor dominancia relativa es el Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 69.23%, esta especie tiene un AB de 0.00009. Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento la menor dominancia relativa con 30.77% teniendo un AB de 0.00021.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	0.00009	0.31	30.77%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	0.00021	0.69	69.23%
Total			0.00030	1.00	100%

Tabla 16. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo.

La especie con mayor Dominancia Relativa (DOMrel) es el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) con el 93.33%, esta especie presento 0.005636 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (DOMrel) es la Golondrina (*Euphorbia graminea*) con el 0.03% esta especie presento 0.000002 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	0.000105	0.0174	1.74%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	0.000002	0.0003	0.03%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	0.005636	0.9333	93.33%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.000240	0.0398	3.98%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	0.000017	0.0028	0.28%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	0.000004	0.0006	0.06%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.000027	0.0044	0.44%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	0.000008	0.0014	0.14%
Total			0.006039	1.00	100%

Tabla 17. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables no se le cálculo AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	0.0000	0.00	0.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	0.0000	0.00	0.00%
Total			0.0000	0.00	0%

Tabla 18. Dominancia y dominancia relativa de especies epífitas y no maderables en el área del proyecto.

➤ **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.

$$VIR = \frac{(AB_R + D_R + F_R)}{3}$$

Estrato Arbóreo.

La especie Arbórea con mayor valor de importancia relativo es el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 12.33% esta especie presento 14.67% de Den_Rel, 8.33% de Fre_Rel y 13.99% de Dom_Rel y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 18.48% esta especie presento 18.44% de Den_Rel, 5.95% de Fre_Rel y 31.04% de Dom_Rel. Mientras que el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron el menor valor de VIR con 0.49% estas especies presentaron 0.22% de Den_Rel, 1.19% de Fre_Rel y 0.07% y 0.05% de Dom_Rel respectivamente.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.67%	1.19%	0.32%	2.18%	0.73%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	12.00%	5.95%	7.22%	25.17%	8.39%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.67%	2.38%	0.27%	3.32%	1.11%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.44%	1.19%	0.14%	1.77%	0.59%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	3.33%	5.95%	2.15%	11.44%	3.81%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.22%	1.19%	0.05%	1.46%	0.49%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2.67%	2.38%	2.81%	7.85%	2.62%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.44%	1.19%	0.27%	1.90%	0.63%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	8.00%	7.14%	7.41%	22.56%	7.52%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.44%	1.19%	0.24%	1.87%	0.62%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.67%	2.38%	0.22%	3.27%	1.09%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1.33%	1.19%	0.79%	3.32%	1.11%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	18.44%	5.95%	31.04%	55.43%	18.48%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.89%	3.57%	1.73%	6.19%	2.06%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	3.78%	5.95%	4.59%	14.32%	4.77%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	5.33%	7.14%	3.66%	16.13%	5.38%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	2.00%	3.57%	1.43%	7.00%	2.33%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.44%	1.19%	0.43%	2.06%	0.69%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.89%	2.38%	1.66%	4.93%	1.64%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	2.00%	3.57%	1.02%	6.59%	2.20%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2.22%	3.57%	0.96%	6.76%	2.25%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	14.67%	8.33%	13.99%	36.99%	12.33%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.44%	2.38%	0.13%	2.96%	0.99%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.67%	2.38%	0.62%	3.67%	1.22%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.22%	1.19%	0.07%	1.48%	0.49%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.22%	1.19%	0.09%	1.50%	0.50%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	2.89%	2.38%	6.54%	11.81%	3.94%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	12.22%	8.33%	9.73%	30.28%	10.09%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	1.56%	2.38%	0.39%	4.33%	1.44%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.22%	1.19%	0.05%	1.46%	0.49%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 19. Valor de Importancia y de Importancia Relativo del estrato arbóreo en el CUSTF.

Estrato Arbustivo.

La especie Arbustiva con mayor valor de importancia relativo es la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 70.30% de VIR esta especie presento 75.00% de Den_Rel, 66.67% de Fre_Rel y 69.23% de Dom_Rel. Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento el valor menor de VIR con 29.70% esta especie presento 25.00% de Den_Rel, 33.37% de Fre_Rel y 30.77% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	25.00%	33.33%	30.77%	89.10%	29.70%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	75.00%	66.67%	69.23%	210.90%	70.30%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 20. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbustivo en el CUSTF.

Estrato Herbáceo.

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 32.55%, esta especie presento 60.34% de Den_Rel, 33.33% de Fre_Rel y 3.98% de Dom_Rel y el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 34.48%, esta especie presento 3.45% de Den_Rel, 6.67% de Fre_Rel y 93.33% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) con el 2.82% presentando 1.72% de Den_Rel, 6.67% de Fre_Rel y 0.06% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	15.52%	13.33%	1.74%	30.59%	10.20%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	3.45%	6.67%	0.03%	10.15%	3.38%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	3.45%	6.67%	93.33%	103.44%	34.48%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	60.34%	33.33%	3.98%	97.66%	32.55%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	10.34%	13.33%	0.28%	23.95%	7.98%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1.72%	6.67%	0.06%	8.45%	2.82%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	3.45%	13.33%	0.44%	17.23%	5.74%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1.72%	6.67%	0.14%	8.53%	2.84%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 21. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables la especie con mayor valor de importancia relativo es la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 88.86% de VIR esta especie presento 92.00% de Den_Rel y 85.71% de Fre_Rel. Mientras que la Piñuela (*Bromelia pinguin*) presento el valor menor de VIR con 11.14% esta especie presento 8.00% de Den_Rel y 14.29% de Fre_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	8.00%	14.29%	0.00%	22.29%	11.14%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	92.00%	85.71%	0.00%	177.71%	88.86%
Total			100%	100%	0%	200%	100%

Tabla 22. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto

5.1.1.4. Índice de Biodiversidad

Para conocer la Riqueza florística del área de CUSTF, se procedió a establecer sitios de muestreo en la superficie de esta. Los sitios de muestreo se eligieron mediante Sistemas 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.

➤ 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:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$H' = \sum P_i \ln P_i$$

Donde:

H'=Índice de Shannon-Wiener

Pi= Número de individuos de una especie

ΣPi= Total 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

M' max= ln (S)

Estrato Arbóreo.

El estrato arbóreo presenta una Diversidad **MEDIA** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **2.65**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja; mientras que en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, el estrato arbóreo se encuentra entre estos dos rangos. Mientras que la Equitatividad refleja que en las especies hay cierta dominancia en el número de individuos de algunas especies.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	3	0.0067	-5.01	-0.03
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	54	0.1200	-2.12	-0.25
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	3	0.0067	-5.01	-0.03
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	0.0044	-5.42	-0.02
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	15	0.0333	-3.40	-0.11
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	0.0022	-6.11	-0.01
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	12	0.0267	-3.62	-0.10
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	2	0.0044	-5.42	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	36	0.0800	-2.53	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	2	0.0044	-5.42	-0.02
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.0067	-5.01	-0.03
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6	0.0133	-4.32	-0.06

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83	0.1844	-1.69	-0.31
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.0089	-4.72	-0.04
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17	0.0378	-3.28	-0.12
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	24	0.0533	-2.93	-0.16
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	9	0.0200	-3.91	-0.08
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	0.0044	-5.42	-0.02
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	4	0.0089	-4.72	-0.04
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	9	0.0200	-3.91	-0.08
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10	0.0222	-3.81	-0.08
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	66	0.1467	-1.92	-0.28
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	0.0044	-5.42	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	0.0067	-5.01	-0.03
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.0022	-6.11	-0.01
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	0.0022	-6.11	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13	0.0289	-3.54	-0.10
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55	0.1222	-2.10	-0.26
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	7	0.0156	-4.16	-0.06
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	0.0022	-6.11	-0.01
Total			450	DIVERSIDAD		2.65
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.40			0.78			

Tabla 23. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo 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 **0.56**; 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.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	0.25	-1.39	-0.35
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	0.75	-0.29	-0.22
Total			4	DIVERSIDAD		0.56
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.69			0.81			

Tabla 24. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo 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 **1.32**; 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 dominan en el número de individuos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	9	0.16	-1.86	-0.29
Euphorbiaceae	<i>Euphhorbia graminea</i>	Golondrina	2	0.03	-3.37	-0.12
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	0.03	-3.37	-0.12
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	35	0.60	-0.51	-0.30
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	6	0.10	-2.27	-0.23
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	0.02	-4.06	-0.07
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.03	-3.37	-0.12
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	0.02	-4.06	-0.07
Total			58	DIVERSIDAD		1.32
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.08			0.63			

Tabla 25. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se presenta una diversidad **BAJA**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **0.28**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que una especie domina en el número de individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2	0.08	-2.53	-0.20
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23	0.92	-0.08	-0.08
Total			25	DIVERSIDAD		0.28
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.69			0.40			

Tabla 26. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto

5.1.2. Fauna

5.1.2.1. Metodología de Muestreo

Para el muestreo de fauna, se utilizaron puntos de conteo para aves y transectos lineales para anfibios, mamíferos y reptiles, además, se colocaron redes para la captura de aves y murciélagos, dentro del área de estudio. Las metodologías empleadas son descritas a continuación:

Puntos de Conteo:

- **Aves:** Para el registro de aves se empleó la técnica de puntos de conteo, la cual consiste en que el observador permanece en un punto fijo durante un tiempo determinado y registre aves por medio de observación directa o de forma auditiva, dentro de un radio de influencia de 25 metros a la redonda.

Los recorridos se iniciaron a partir de las 16:00 y se finalizaron alrededor de las 18:30 horas, en el que las aves presentan su mayor actividad, aumentando la probabilidad de registros.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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).

Para la identificación de las aves, se utilizaron las guías de especializadas: 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).

Transectos lineales:

- **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 16:00 a 20:00 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 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; 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 transportada envuelta en papel periódico.

- **Anfibios y Reptiles:** Para los muestreos se utilizó la técnica de transecto lineal (Heyer, *et al.*, 2001), realizando recorridos terrestres, con una longitud variable registrando anfibios y reptiles a lo largo del transecto y a 10 metros a cada lado del mismo; en horarios de 16:00 a 20:00 horas, buscando de forma intensiva empleando 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, charcas, etc.).

El registro se efectuó por medio de observaciones directas e indirectas (registro visual, auditivo, rastros y mudas).

La identificación se realizó con ayuda de las guías de Campbell (1998), Duellman, (2001), Lee (2000) y Köhler (2008, 2011), el arreglo taxonómico fue con base a lo establecido por CONABIO (2013).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Captura con redes:

- **Aves:** Se colocó una red de niebla de 12 metros de largo por dos metros de ancho entre la vegetación, con permanencia de una tarde; abriéndose por la tarde, de 16:00 a 18:30 horas, y se realizaron revisiones intermedias cada 30 minutos. Cada una de las aves capturadas fue identificada mediante la utilización de guías de campo de Howell y Webb (1995) y Peterson y Chalif (1989), las especies capturadas fueron liberadas en el mismo sitio de captura.
- **Murciélagos:** Se colocó una red de niebla de 12 metros de largo por dos metros de ancho entre la vegetación, con permanencia de una noche; éstas se abrieron a partir de las 18:30 horas y permanecían abiertas dos horas y media, se realizaron revisiones intermedias cada 40 minutos.

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.

Cámaras trampa:

- Se colocaron cuatro cámaras trampa que se dejaron instaladas durante los días de trabajo para la captura fotográfica de los mamíferos medianos y grandes con hábitos nocturnos que son difíciles de ver durante los recorridos diurnos.

Las coordenadas de los transectos de muestreo para Fauna se presentan enseguida:

Transecto	Puntos	X	Y
1	1	473520	1854489
	2	473484	1854492
	3	473451	1854465
2	1	473531	1854353
	2	473571	1854338
	3	473590	1854354
3	1	473620	1854246
	2	473706	1854314
	3	473647	1854371
4	1	473565	1854449
	2	473624	1854397
5	1	473540	1854473
	2	473505	1854399

Tabla 27. Sitios de muestreo de fauna.

5.1.2.2. Índices de Biodiversidad

Para conocer la Riqueza florística del área de CUSTF, se procedió a establecer sitios de muestreo en la superficie de esta. Los sitios de muestreo se eligieron mediante Sistemas de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

➤ **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

ΣPi= Total 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

M'_{max}= \ln (S)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Reptiles.

Los Reptiles presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **0.74** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja. La equitatividad refleja que existen especies dominantes, en este caso la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) con 23 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	Anolis unilobatus	Abaniquillo	2	0.0690	-2.67	-0.18
Iguanidae	Ctenosaura acanthura	Iguana cola espinosa del golfo	2	0.0690	-2.67	-0.18
Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija escamosa variable	2	0.0690	-2.67	-0.18
Teiidae	Aspidoscelis deppii	Lagartija verdi azul	23	0.7931	-0.23	-0.18
Total			29	Diversidad		0.74
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.39			0.53			

Tabla 28. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el Área del Proyecto.

Aves.

Las Aves presentan una diversidad **MEDIA**, al obtener una diversidad de **2.67** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, mientras que en resultados mayores a 3 la diversidad es alta, las Aves se encuentran entre ambos valores. La equitatividad refleja que entre el número de especies y el número de individuos existe una relación equitativa, se registraron en total 123 individuos en 19 especies.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	6	0.0488	-3.02	-0.15
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	0.0407	-3.20	-0.13
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	4	0.0325	-3.43	-0.11
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	4	0.0325	-3.43	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5	0.0407	-3.20	-0.13
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	10	0.0813	-2.51	-0.20
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	12	0.0976	-2.33	-0.23
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0081	-4.81	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	15	0.1220	-2.10	-0.26
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	8	0.0650	-2.73	-0.18
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	15	0.1220	-2.10	-0.26
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3	0.0244	-3.71	-0.09
Poliopitilidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	Perlita Azulgris	3	0.0244	-3.71	-0.09
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de Collar	4	0.0325	-3.43	-0.11
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	6	0.0488	-3.02	-0.15
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	0.0244	-3.71	-0.09
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	17	0.1382	-1.98	-0.27
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.0081	-4.81	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.0081	-4.81	-0.04
Total			123	Diversidad		2.67
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.94			0.91			

Tabla 29. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el Área del Proyecto.

Mamíferos.

Solo se detectó a una especie por lo que este grupo presenta una nula diversidad.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	1	0.00	0.00
Total			2	Diversidad		0.00
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.00			0.00			

Tabla 30. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el Área del Proyecto.

5.2. Identificar el tipo de ecosistema según la Clasificación del INEGI

5.2.1. Provincia biogeográfica

Para una descripción de la Flora y Fauna de grandes extensiones de tierra, así como la clasificación de la biodiversidad ecosistémica de México, se realizó la regionalización biogeográfica del país, estableciendo 2 regiones, 1 zona de transición, 14 provincias y 42 distritos.

De acuerdo con los datos vectoriales de Regiones Biogeográficas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1997), el área del Proyecto se localiza dentro de la Región **Golfo de México**, como se observa en la Figura 6. Esta provincia abarca desde la cuenca del río San Fernando hacia el sur, hasta el río Candelaria, donde inicia la Península de Yucatán. Las selvas altas y medianas perennifolias dominan el paisaje, aunque en un estado muy perturbado. La mayor parte de las especies de esta provincia tienen una amplia distribución en las selvas perennifolias del Golfo de México y el Caribe (como *Pleopeltis fallax*).

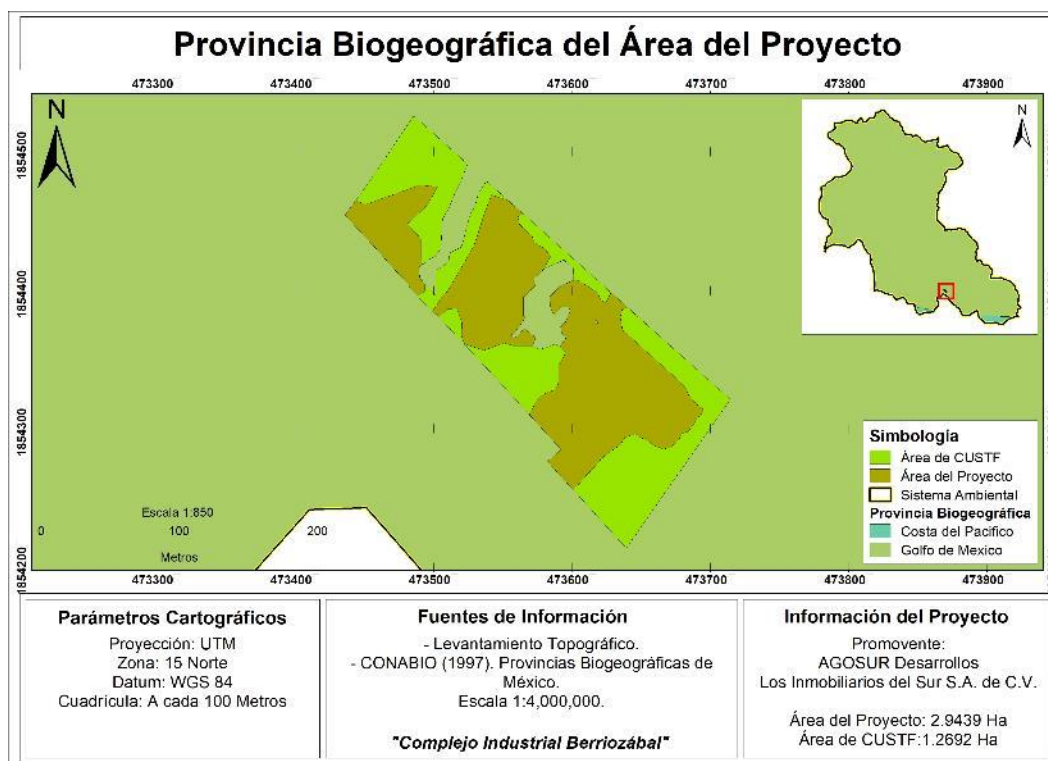


Figura 6. Provincia biogeográfica en la que se ubica el proyecto.

5.2.2. Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), el área del Proyecto se ubica sobre dos clases, Desprovisto de Vegetación (ADV) y Asentamiento Humanos (AH), como se aprecia en la Figura 7.

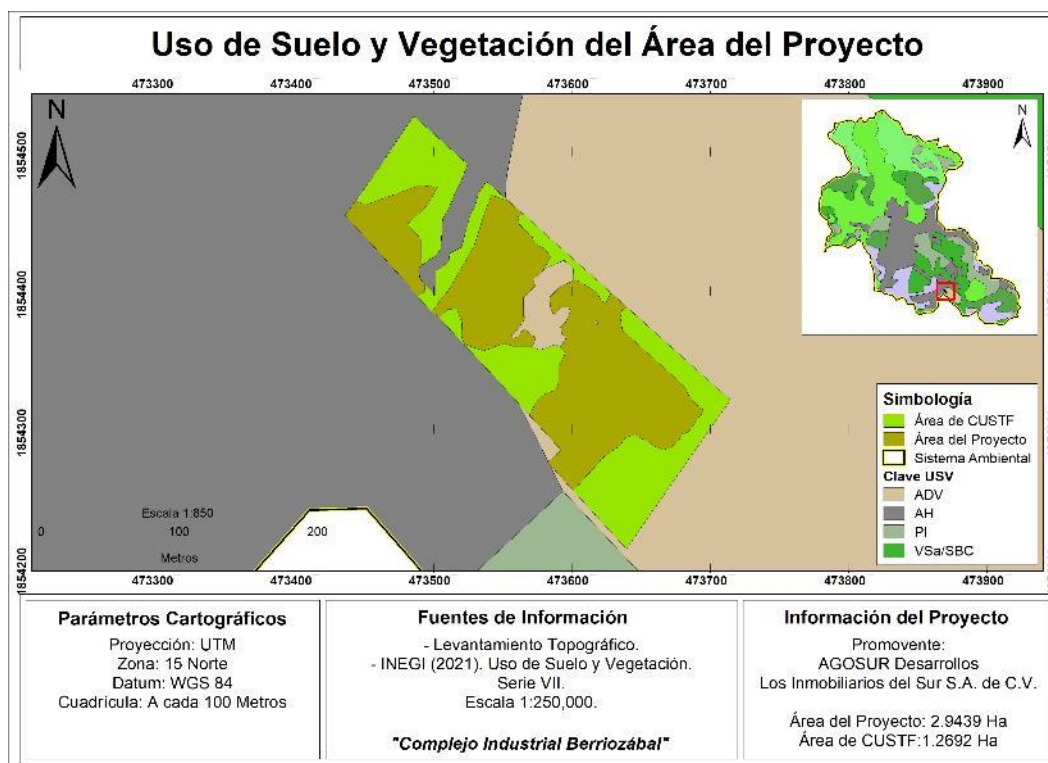


Figura 7. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto.

5.3. Precisar si el predio se encuentra dentro de alguna ANP

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la ley y la normativa aplicable.

5.3.1. Áreas Naturales Protegidas Federal

Respecto con las ANP de jurisdicción Federal, el Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna, siendo la más cercana a este, el Parque Nacional Cañón del Sumidero, a aproximadamente 11.35 km al este, como se aprecia en la Figura 8.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

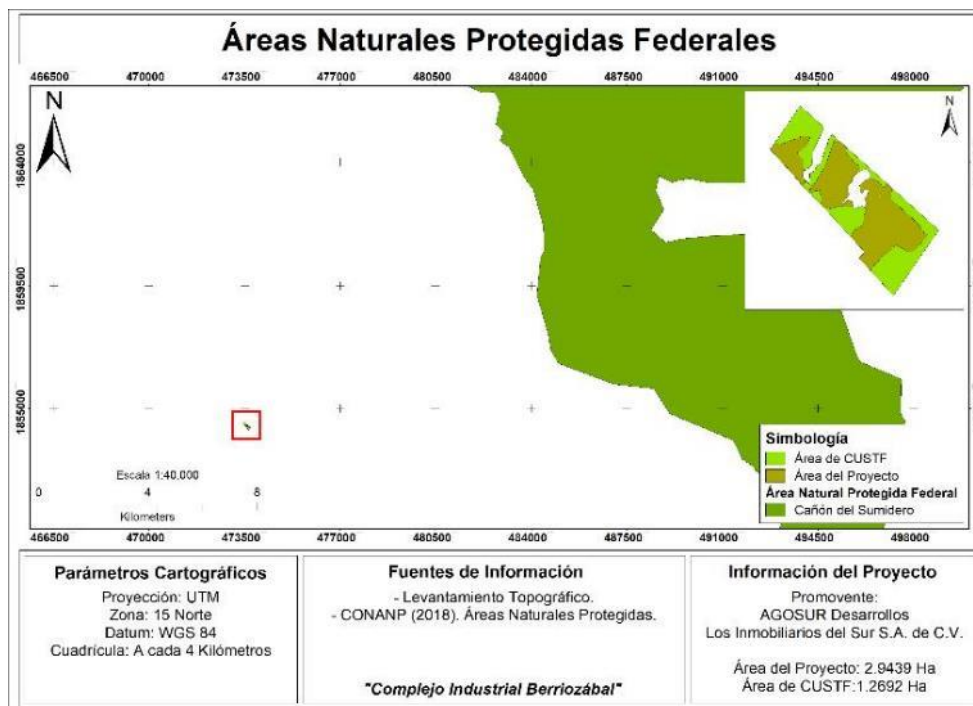


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a las ANP Federales.

5.3.2. Áreas Naturales Protegidas Estatales

Con respecto a la ANP de jurisdicción Estatal, el Proyecto **no** se localiza dentro de ninguna, siendo la más cercana a este es la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Cerro Meyapac, aproximadamente a 9.93 km al oeste, como se observa en la Figura 9.

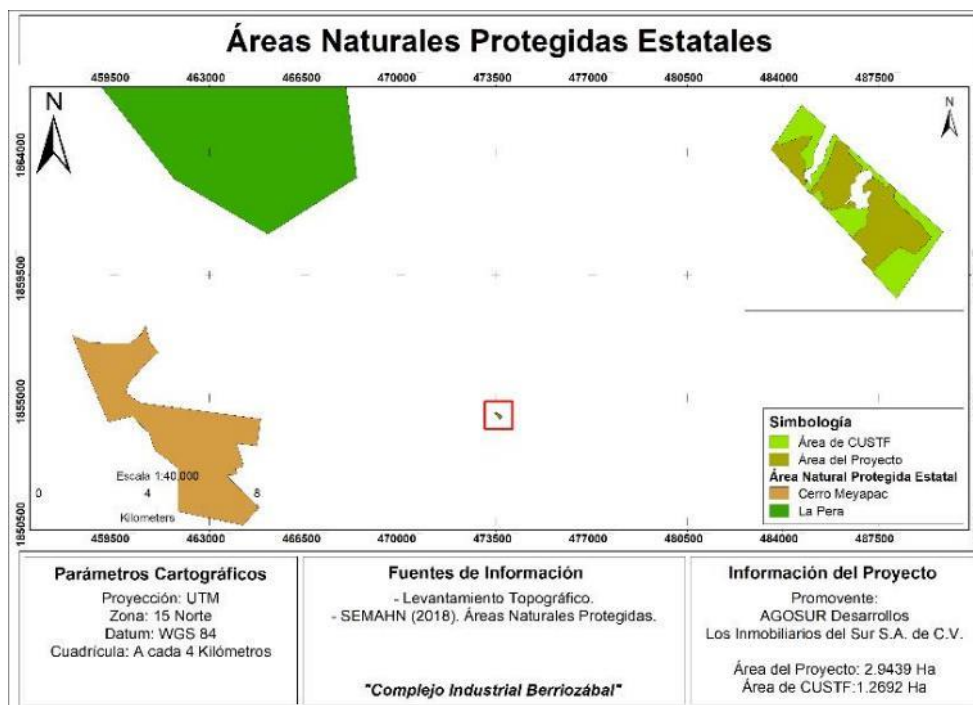


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a las ANP Estatales.

5.3.3. Regiones Prioritarias para la 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.

5.3.3.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), la más cerca es La Chacona Cañón del Sumidero, aproximadamente a 9.43 km al noreste (Figura 10).

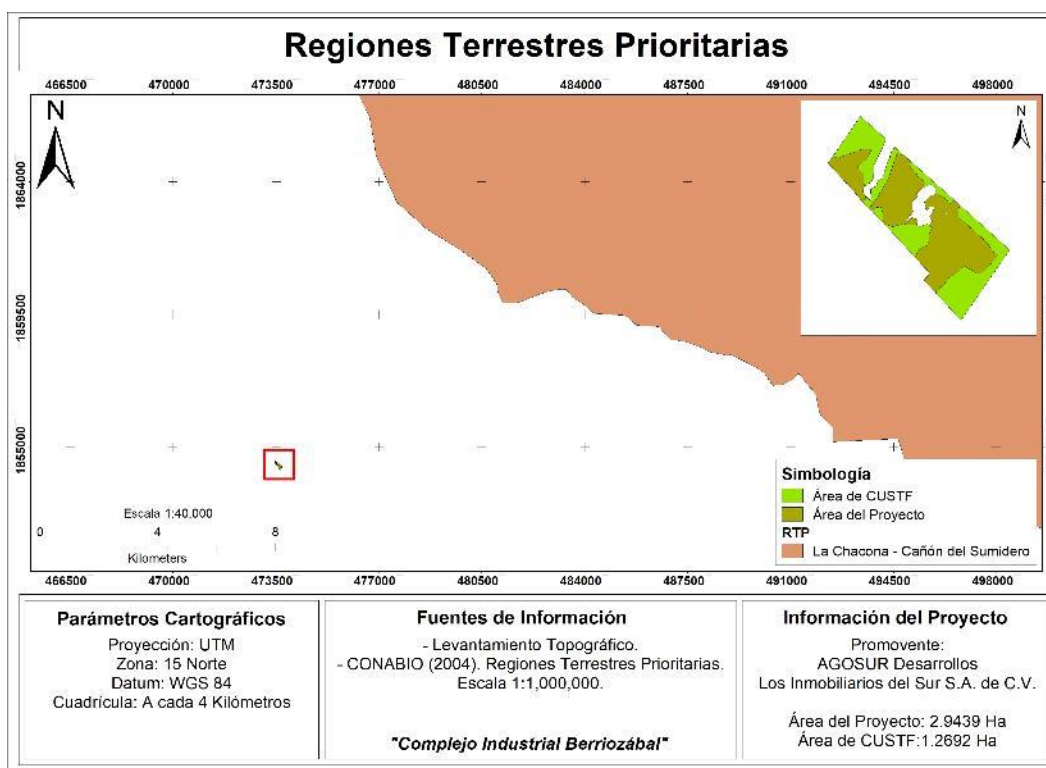


Figura 10. Ubicación respecto a las RTP.

5.3.3.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria (RHP), la más cercana es La Sepultura-Suchiapa, aproximadamente a 4.65 km al sur (Figura 11).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

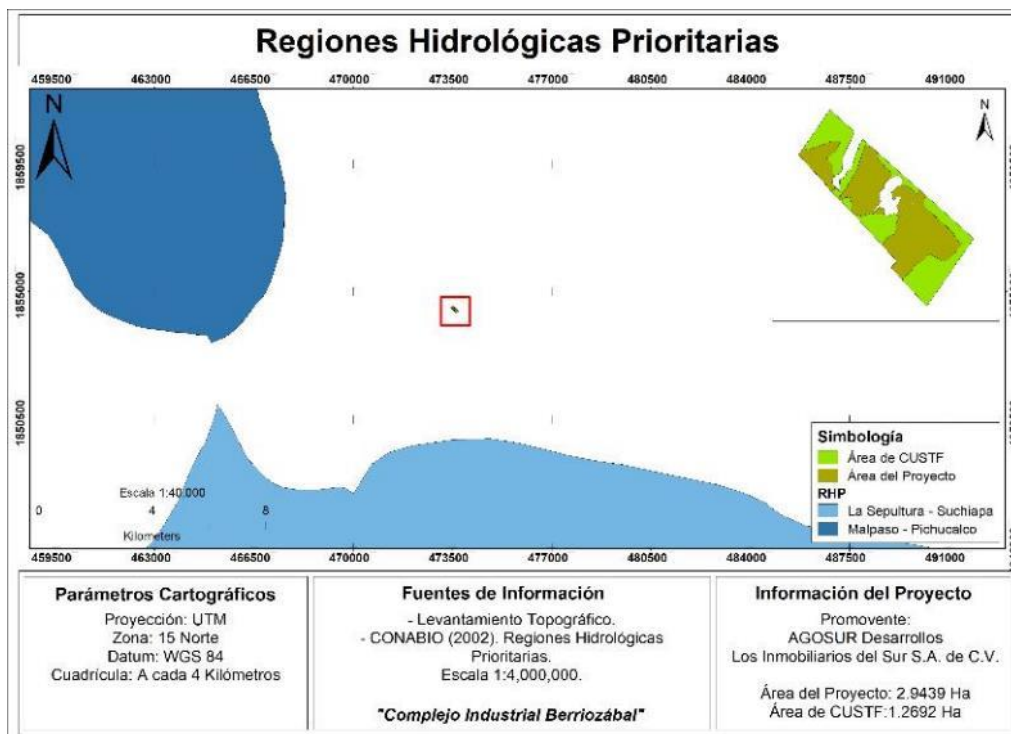


Figura 11. Ubicación del proyecto respecto a las RHP.

5.3.3.3. Regiones Marinas Prioritarias

El Proyecto **no** se encuentra dentro de alguna Región Marina Prioritaria, la más cercanas son Punta Arista y Laguna Mar Muerto, aproximadamente 100 km al sureste (Figura 12).

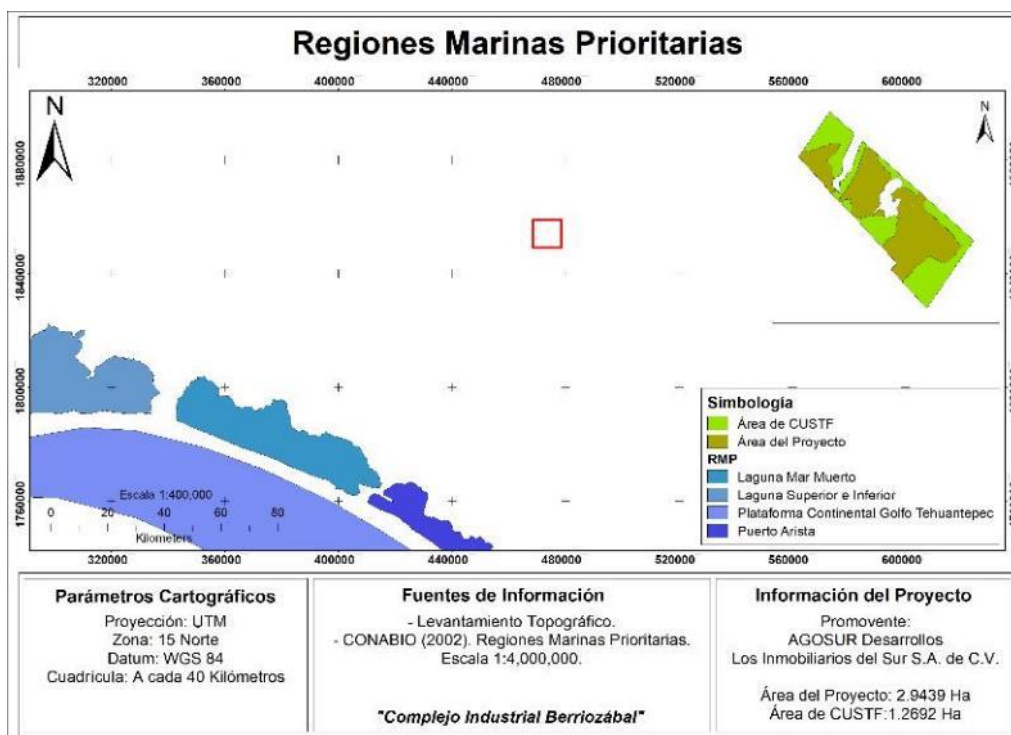


Figura 12. Ubicación respecto a las RMP.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

5.3.3.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El Proyecto **no** se encuentra dentro de algún Área de Importancia para la Conservación de las Aves, la más cercana es el Corredor Laguna Bélgica-Sierra Limón-Cañón del Sumidero, aproximadamente a 7.36 km al noreste (Figura 13).

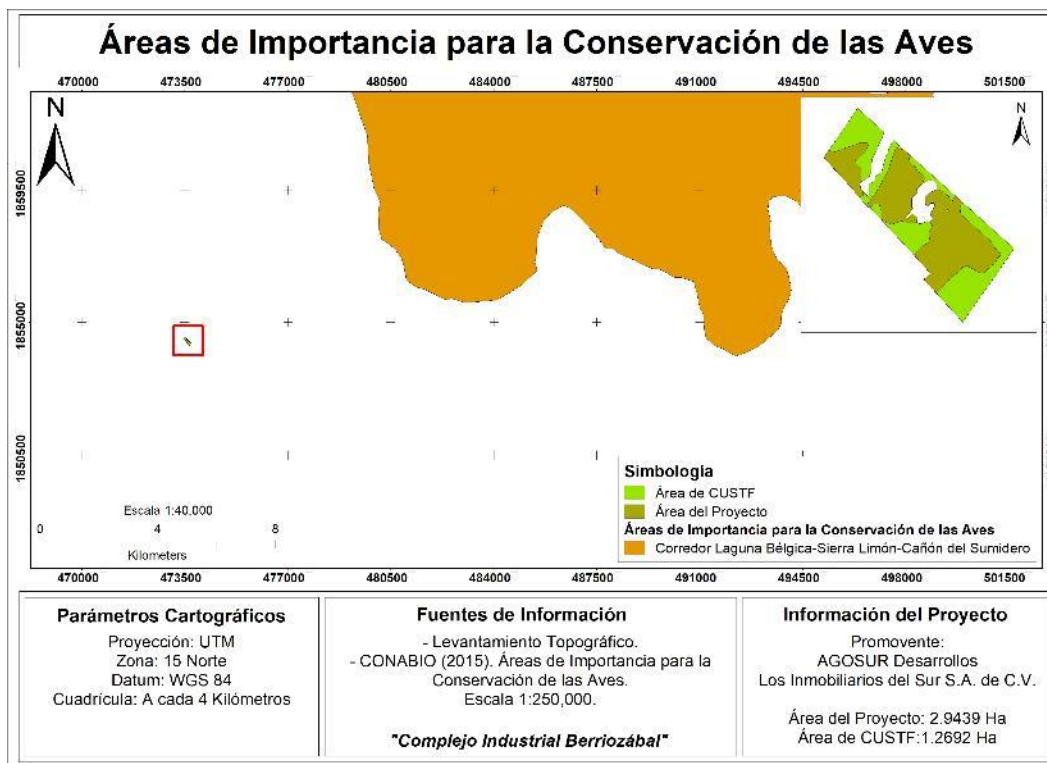


Figura 13. Ubicación del proyecto respecto a las AICA.

5.4. Precisar el nombre de las especies de flora y fauna con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

En la siguiente Tabla, se presenta el listado de especies con categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Elemento	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Flora	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Sujeta a protección especial (Pr)
Fauna	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	Sujeta a protección especial (Pr)

Tabla 31. Sitios de muestreo de fauna.

5.5. Plano con la ubicación del Predio respecto a la Cuenca, Subcuenca o Microcuenca (Alta, Media, Baja)

Con base en el ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril del 2010, se localiza dentro de la **Subcuenca RH30Ej "Tuxtla**

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Gutiérrez", en la Cuenca RH30E "Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez", que forman parte de la Región Hidrológica RH30 "Grijalva-Usumacinta", asimismo, se encuentra en la Microcuenca "Berriozábal", como se observa en la Figura 14.

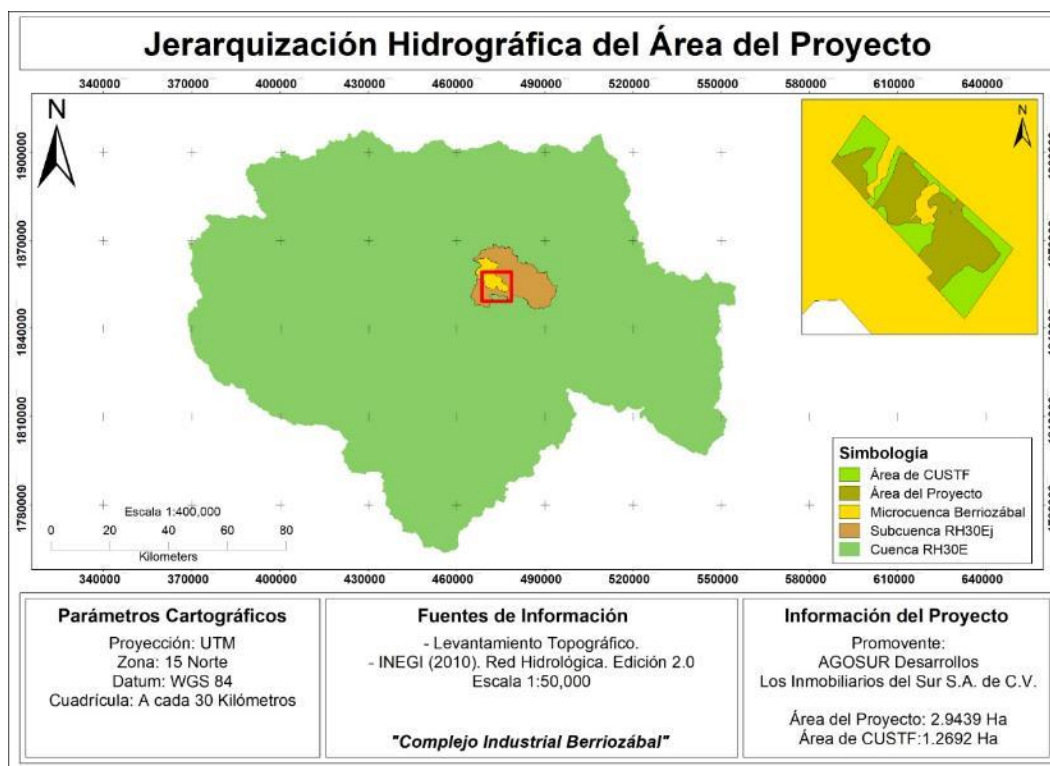


Figura 14. Jerarquización hidrográfica del proyecto.

5.6. Estimación de la erosión del suelo sin y con el CUSTF

5.6.1. Erosión Laminar Hídrica

Para el cálculo de la erosión hídrica, se utiliza la Ecuación siguiente:

$$A = R * K * LS * C$$

Donde:

A = tasa de erosión anual (ton/ha/año).

R = factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/ha.h).

K = factor de erodabilidad del suelo (ton/h/MJ.mm).

LS = factor topográfico longitud-pendiente.

C = factor de vegetación y cultivo.

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 determinada por Cortés (Becerra, 1997).

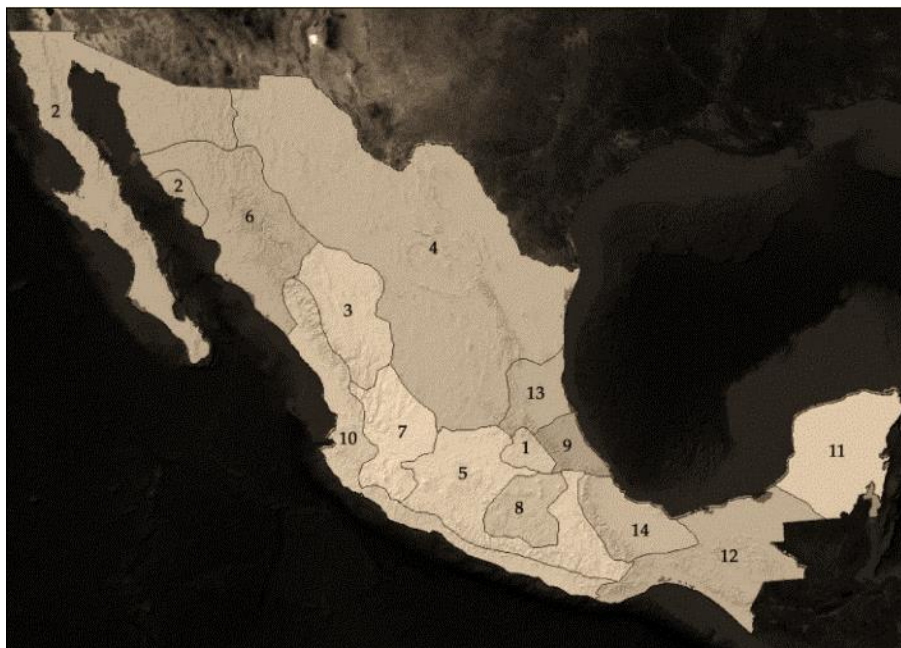


Figura 15. Regionalización nacional de factor R (Becerra, 1997).

Región	Ecuación	R ²
1	$1.2078 * P + 0.002276 * P^2$	0.92
2	$3.4555 * P + 0.006470 * P^2$	0.93
3	$3.6752 * P - 0.001720 * P^2$	0.94
4	$2.8959 * P + 0.002983 * P^2$	0.92
5	$3.4880 * P - 0.000188 * P^2$	0.94
6	$6.6847 * P + 0.001680 * P^2$	0.90
7	$(-0.0334) * P + 0.0061 * P^2$	0.98
8	$1.9967 * P + 0.003270 * P^2$	0.98
9	$7.0458 * P - 0.002096 * P^2$	0.97
10	$6.8938 * P + 0.000442 * P^2$	0.95
11	$3.7745 * P + 0.004540 * P^2$	0.98
12	$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$	0.96
13	$10.7427 * P - 0.001008 * P^2$	0.97
14	$1.5005 * P + 0.002640 * P^2$	0.95

Tabla 32. Ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Becerra, 1997).

En el SA y cercanos al Área de Proyecto existen 4 Estaciones Climatológicas, por lo que se determinó emplear el promedio de la Precipitación de estas estaciones para el cálculo del Factor R.

Precipitación media													
Estación	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
7165 TGZ	0.6	2.7	3.3	11.5	82.2	220.6	175.0	188.1	191.3	67.6	15.0	3.0	960.9
7202 TGZ	0.6	2.7	3.3	11.5	82.2	220.6	175.0	195.5	193.0	65.6	20.9	2.9	973.8

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Precipitación media													
7176 TGZ	1.5	2.4	2.9	10.5	112.0	209.9	181.6	205.6	210.1	66.3	11.7	3.0	1,017.5
7238 Sabinal	24.8	19.1	9.3	21.8	87.5	183.6	175.1	214.7	205.2	128.4	48.6	48.0	1,166.1
PROMEDIO													1,029.6

Tabla 33. Precipitación para el Factor R.

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:

- 1) El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
- 2) El flujo superficial o
- 3) 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 depositación 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 siguiente:

Tabla No. 1. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB.

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Orden	Textura		
	G	M	F
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
<u>VR</u>	0.053	0.079	<u>0.026</u>

Tabla 34. Descripción de los tipos de suelo.

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
Arenosol	AR	Histosol	HS	Regosol	RG
Caldsol	CL	Kastanozem	KS	Solonchak	SC
Cambisol	CM	<u>Leptosol</u>	<u>LP</u>	Solonetz	SN
Chemozem	CH	Lixisol	LX	Umbrisol	UM
Cryosol	CR	Luvisol	LV	Vertisol	VR

Tabla 35. Clasificación WRB de los tipos de suelo.

En el Área de Proyecto se presenta el tipo de Suelo con clave WRB VR (Vertisol) con textura 3; es decir, son suelos de textura Fina, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a VR (Vertisol) de 0.026.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

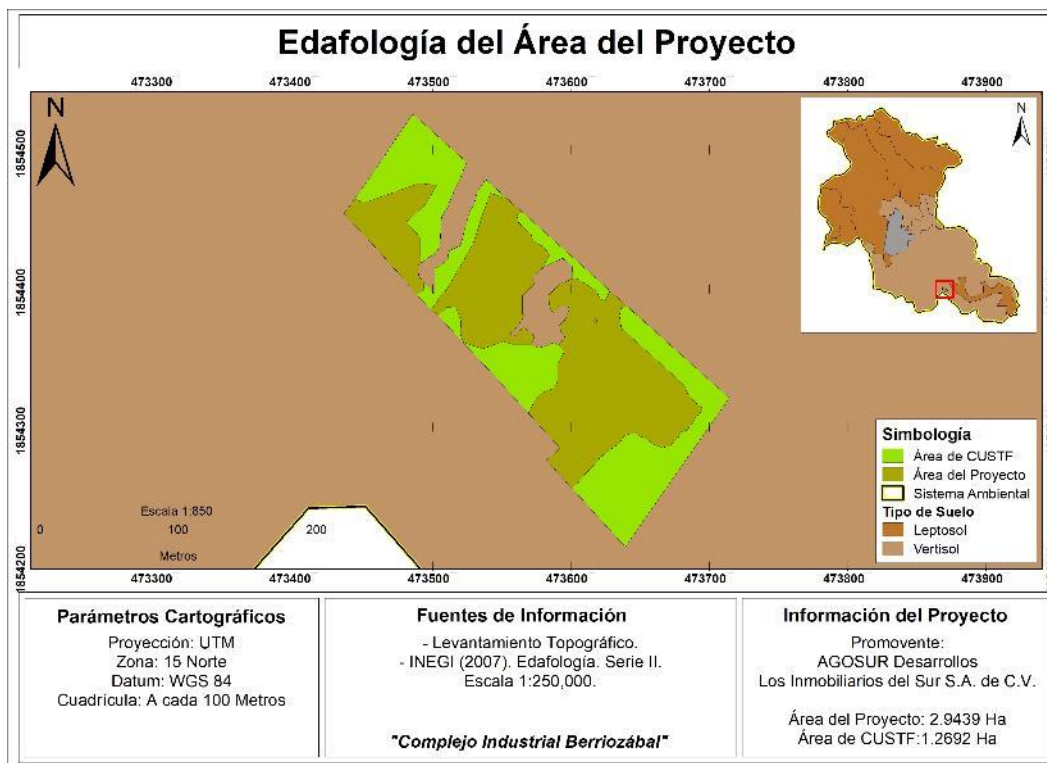


Figura 16. Tipo de Suelo presente en el Área de Proyecto.

FACTOR LS

La metodología del cálculo del factor longitud y grado de pendiente (LS) es el siguiente:

- Longitud y grado de la pendiente (FACTOR LS)

La metodología establecida en la determinación del factor longitud y grado de pendiente (LS) fue el establecido por 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 L es el factor de longitud de la pendiente; λ es la longitud de la pendiente en metros; m es el exponente influenciado por la longitud y grado de la pendiente; 22.13 tamaño estándar de una parcela de observación.

El exponente m se calcula mediante la siguiente ecuación.

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

F (β) se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

Donde β es el ángulo de la pendiente.

La longitud de la pendiente se calcula mediante la ecuación siguiente:

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

Donde DX es la distancia entre pixeles.

- *Inclinación (grado) de la pendiente (S)*

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

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

Donde S es el factor de inclinación de la pendiente; β es el ángulo de la pendiente.

Descripción del Proceso

Para obtener el valor de la LS se empleó el SIG ArcGis 10.6. Utilizando Extensiones de la Herramienta ArcToolbox. El proceso fue el siguiente:

Al archivo shapefile del Área del Proyecto se le crea una poligonal, creando un cuadro alrededor de la misma, 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°.

De la página de INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Raster, posteriormente se delimito dicho archivo al del recuadro, esto con uso de la extensión Extracción de Spatial Analyst.

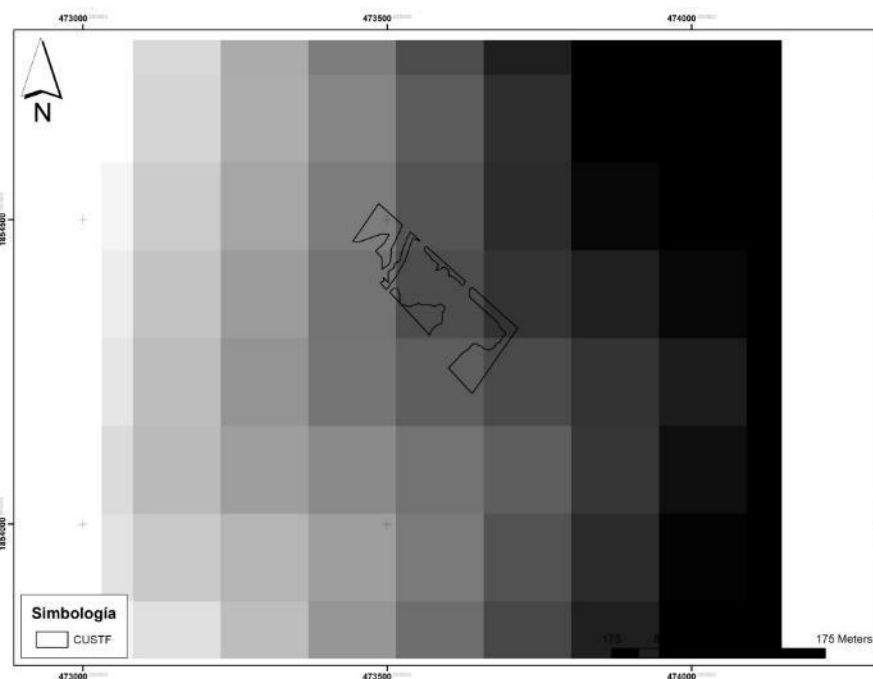


Figura 17. MDE del recuadro alrededor del Área de Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

A partir de este archivo se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile, la distancia definida fue de 1 metro.

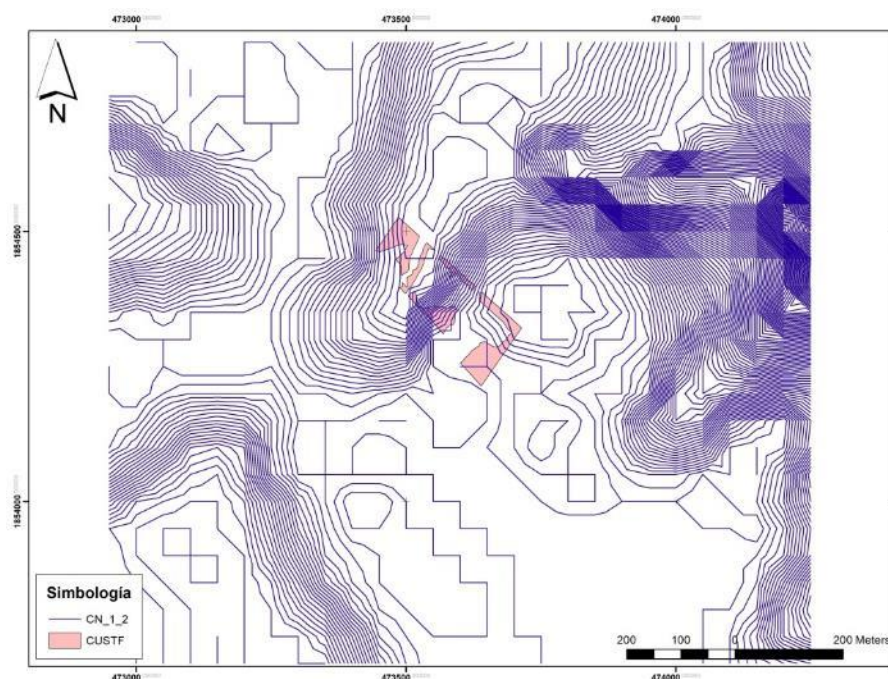


Figura 18. Curvas de Nivel a 50 m del recuadro alrededor del Área de Proyecto.

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.

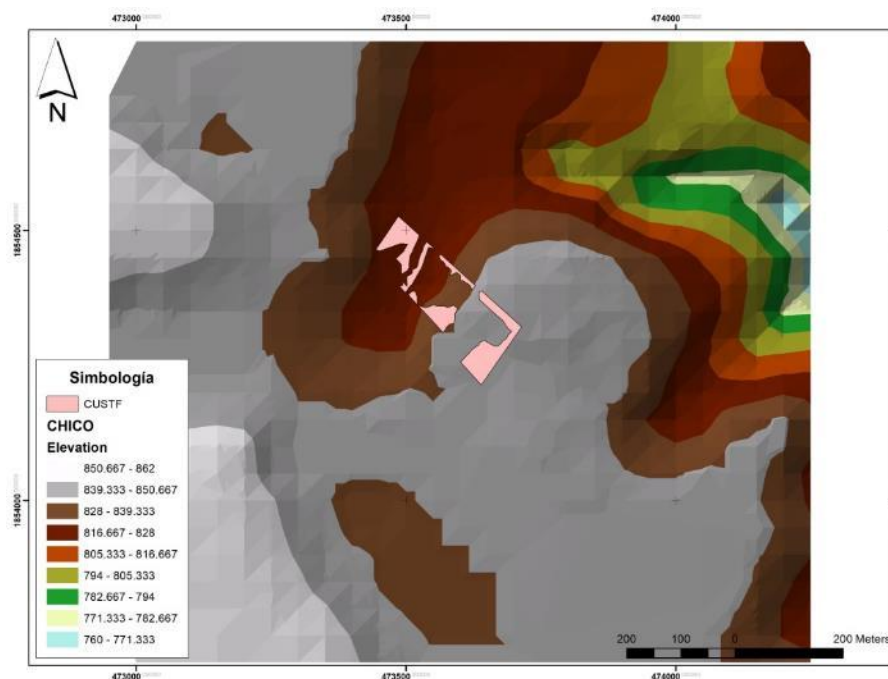


Figura 19. TIN del recuadro alrededor del Área de Proyecto.

Para obtener el Modelo Digital de Elevación (MDE) del SA se convirtió la extensión conversión de Tin a Raster (3d Analyst).

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

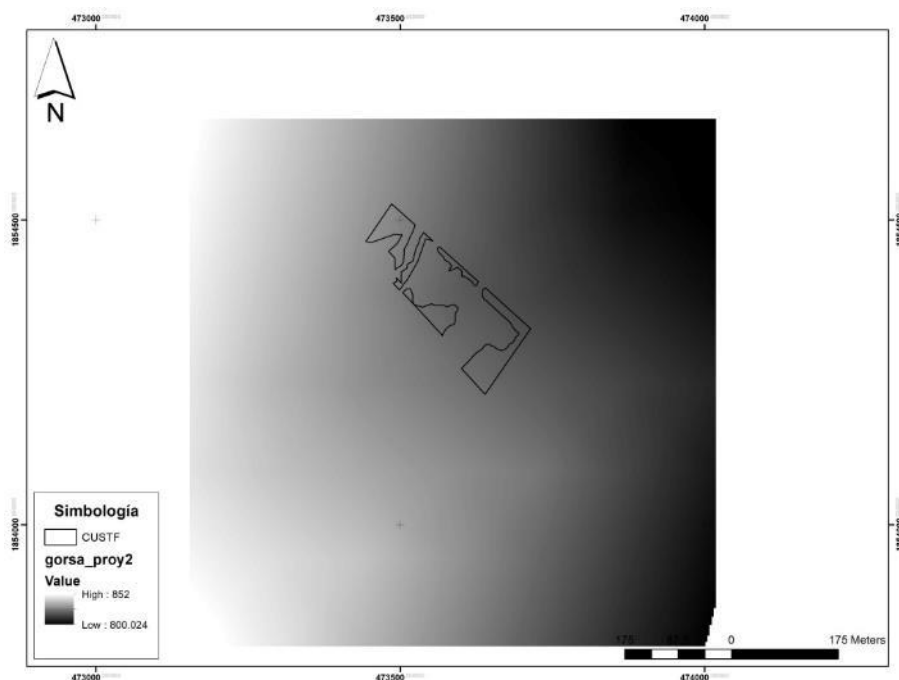
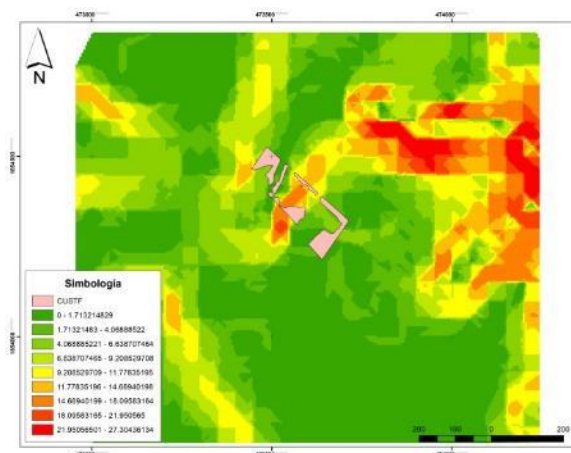


Figura 20. MDE del Área de Proyecto.

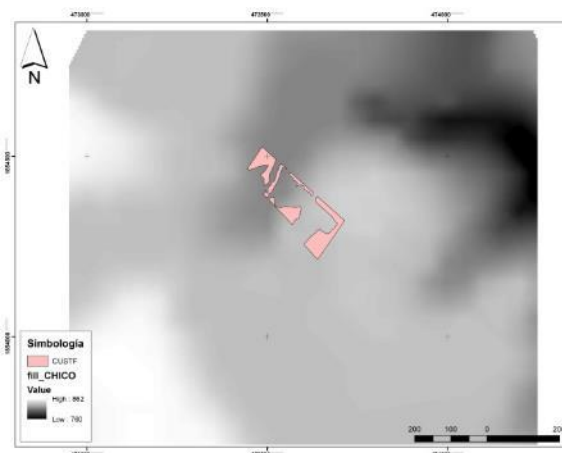
Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los siguientes archivos Raster con ayuda de las siguientes extensiones.

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

Tabla 36. Extensiones utilizadas en ArcGis 10.1.



Pendiente (SLOPE)



Relleno (FILL)

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

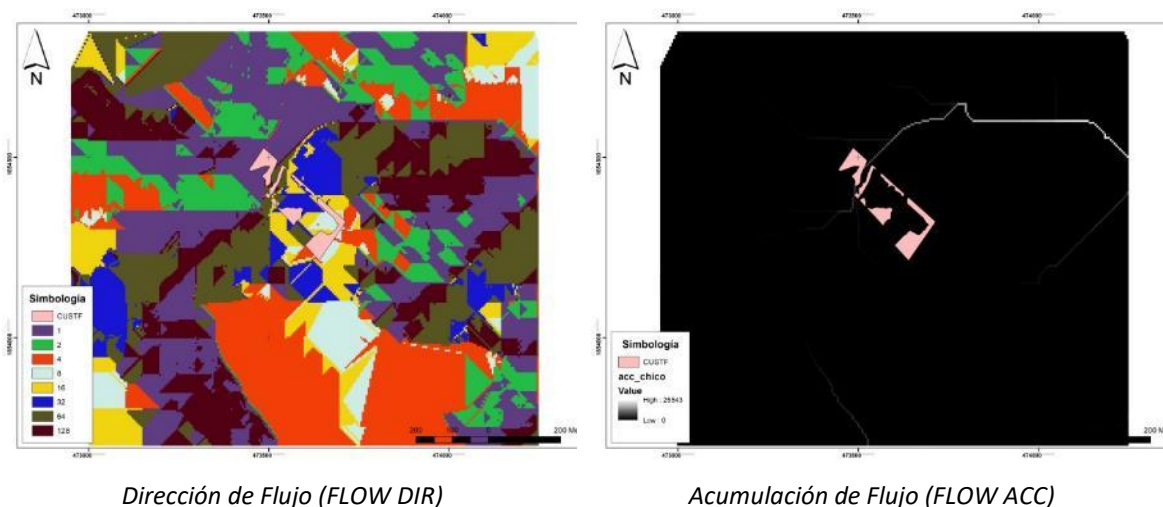
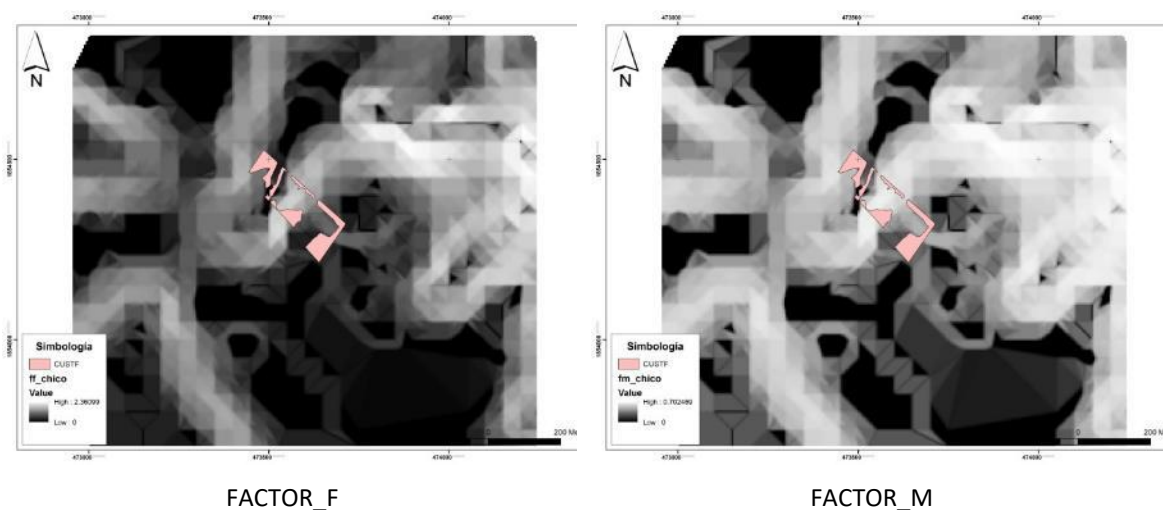


Figura 21. Raster creados.

Luego con la Calculadora Raster de la extensión Algebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las siguientes operaciones.

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.
$\text{"\%factor\_F.tif\%"} / (1 + \text{"\%factor\_F.tif\%"})$	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 37. Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.



Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

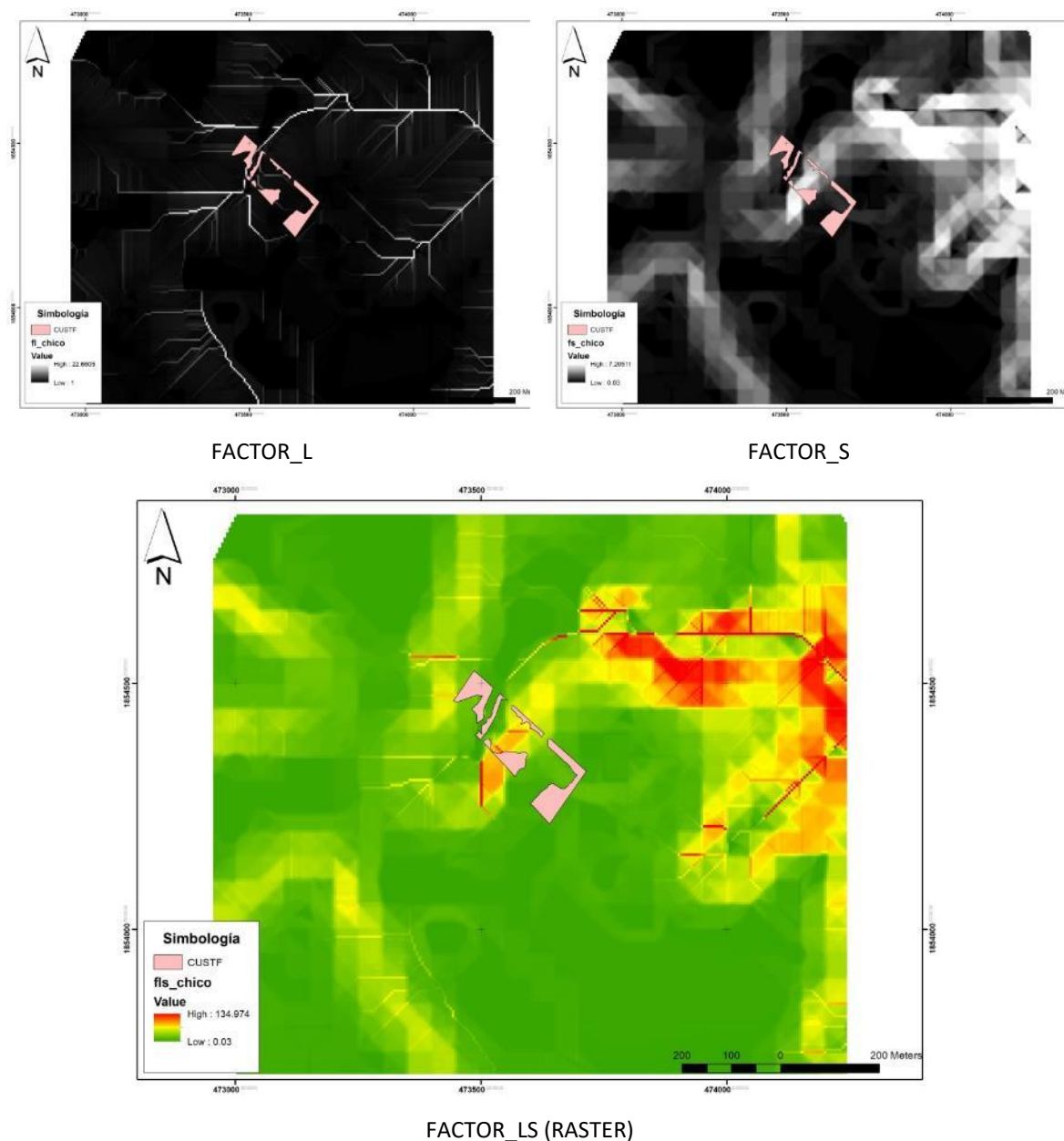


Figura 22. Raster creados a partir de las Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS

El Factor LS es dado en rangos, para establecerle un valor se determinó reclasificarlo con rangos de 0.5, del cual el valor asignado será el valor promedio de ambos rangos, siendo de la siguiente manera.

Rango	Menor	Mayor	LS
1	0.03	0.50	0.265
2	0.50	1.00	0.75
3	1.00	1.50	1.25
4	1.50	2.00	1.75
5	2.00	2.50	2.25
6	2.50	3.00	2.75
7	3.00	3.50	3.25

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Rango	Menor	Mayor	LS
8	3.50	4.00	3.75
9	4.00	4.50	4.25
10	4.50	5.00	4.75
11	5.00	5.50	5.25
12	5.50	6.00	5.75
13	6.00	7.00	6.75

Tabla 38. Valores promedio de LS.

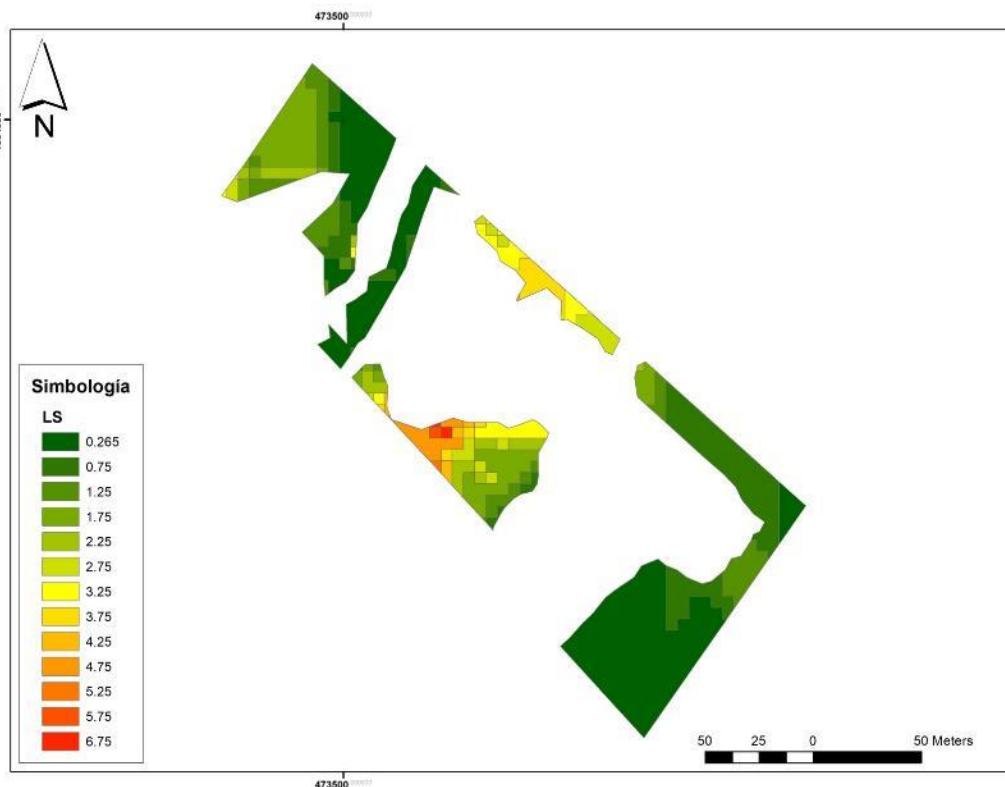


Figura 23. Factor LS del Área de CUSTF.

FACTOR C

El factor 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 gipsofilo	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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
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 táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de 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 microfilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetofilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tillar	0.10
Matorral rosetofilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaula	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 39. Valores para el Factor C.

El Área del Proyecto presenta el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia, por lo que el valor del Factor C asignado es de 0.50.

5.6.1.1. Estimación del proceso erosivo actual

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 promedio de precipitación media anual presentado.

$$R = (2.4619 \times 1,029.58) + (0.006067) \times (1,029.58)^2 = \mathbf{8,965.88}.$$

- **Factor R** = 8,965.88 Mj/Ha mm/hr.
- **Factor K** = 0.026.
- **Factor LS** = 0.265, 0.75, 1.25, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25, 3.75, 4.25, 4.75, 5.25, 5.75 y 6.75.
- **Factor C** = 0.5.

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:

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B “Complejo Industrial Berriozábal”

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 Raster, obteniendo que para el SA la EH_POT asciende a un total **23,553.14 Ton/Ha/Año**.

EROSIÓN HÍDRICA 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 de CUSTF; obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **174.54Ton/Año**.

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	FACTOR_C	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación
RG	2	VSa/SBC*	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.3008	9.29	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.75	0.5	553.64	0.0235	13.02	Erosión Moderada
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0972	3.00	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0943	2.91	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0241	10.55	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0451	3.94	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0184	0.57	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0330	4.81	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0009	0.23	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0109	1.58	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0141	2.87	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.1241	10.85	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0014	0.44	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0173	5.54	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0089	3.37	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0003	0.13	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0024	0.77	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0026	0.82	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0156	5.92	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0005	0.18	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0003	0.11	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0003	0.05	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0018	0.16	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0028	0.24	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0052	0.45	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0003	0.03	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0005	0.18	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0043	1.39	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0050	1.01	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0107	1.56	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0028	0.56	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0025	0.65	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0126	3.31	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0003	0.11	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0028	0.40	Erosión Ligera

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	FACTOR_C	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0791	16.14	Erosión Moderada
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0011	0.23	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0121	1.06	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0070	0.61	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0284	4.14	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0225	1.97	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0208	3.04	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0014	0.37	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0012	0.47	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0011	0.10	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0133	0.41	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0012	0.18	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0027	0.40	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0008	0.16	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0003	0.04	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0027	0.87	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0101	2.66	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0011	0.57	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0011	0.48	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	5.75	0.5	670.20	0.0000	0.00	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.75	0.5	553.64	0.0000	0.00	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.75	0.5	553.64	0.0034	1.86	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	6.75	0.5	786.76	0.0027	2.15	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0027	1.35	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0086	2.26	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.002727	1.19	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.000104	0.01	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0026	0.98	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0062	1.27	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0015	0.75	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0034	0.29	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0047	0.41	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0165	2.41	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0087	2.27	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0526	10.72	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0028	0.72	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0082	2.63	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0212	8.02	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	5.25	0.5	611.92	0.0015	0.92	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0026	1.14	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0028	0.90	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0054	1.42	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0028	0.89	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	6.75	0.5	786.76	0.0006	0.44	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	5.75	0.5	670.20	0.0027	1.83	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0011	0.16	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0005	0.17	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0007	0.30	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0044	2.18	Erosión Ligera

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	FACTOR_C	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación
		VSa/SBC								
TOTAL							23,553.14	1.2692	174.54	

Tabla 40. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.

*USV= Uso de Suelo y Vegetación; VSa/SBC= Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	1.1665	91.91%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	0.1027	8.09%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
TOTAL		1.2692	100%

Tabla 41. Clase de degradación en el área de CUSTF.

Como se observa en la Tabla anterior el 91.91% del Área del Proyecto presenta una Erosión Ligera.

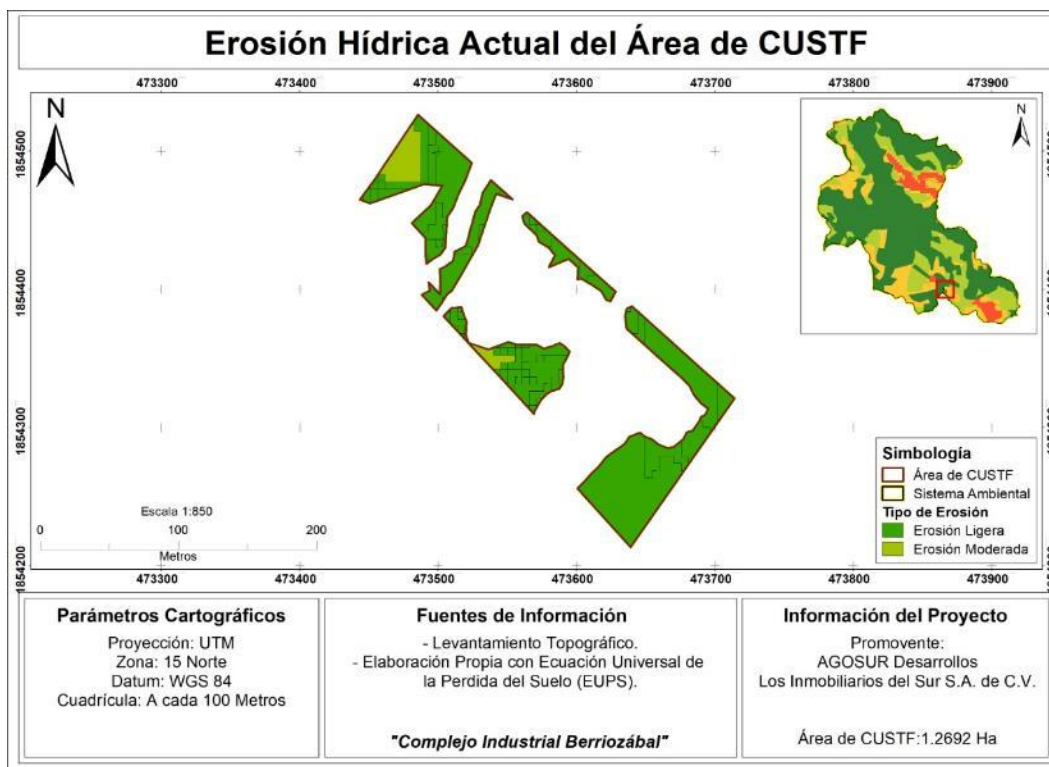


Figura 24. Erosión hídrica en el área del proyecto actual.

5.6.1.2. Estimación del proceso erosivo tras el CUSTF

La Ecuación a utilizar es la siguiente:

$$A = R * K * LS$$

Donde:

A = tasa de erosión anual (ton/ha/año).

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

R = factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/ha.h).

K = factor de erodabilidad del suelo (ton/h/MJ.mm).

LS = factor topográfico longitud-pendiente.

Como se observa se elimina de la ecuación el valor del Factor C, pues se infiere que este ya no existe.

- **Factor R** = 8,965.88 Mj/Ha mm/hr.
- **Factor K** = 0.026.
- **Factor LS** = 0.265, 0.75, 1.25, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25, 3.75, 4.25, 4.75, 5.25, 5.75 y 6.75.

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL

El cálculo de la Erosión Hídrica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Raster, obteniendo que para el Área de CUS la EH_POT asciende a un total **47,106.29 Ton/Ha/Año**.

EROSIÓN HÍDRICA REAL

Si deseamos conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_POT por la superficie de CUSTF, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior se conoce como Erosión Hídrica Real Actual (EH_REAL), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF (1.2692 Ha); obteniendo que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **349.08 Ton/Año**.

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación (Ton/Ha/Año)
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.3008	18.58	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.75	1107.29	0.0235	26.04	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0972	6.00	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0943	5.83	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0241	21.09	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0451	7.88	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0184	1.14	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0330	9.62	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0009	0.47	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0109	3.17	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0141	5.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.1241	21.69	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0014	0.88	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0173	11.08	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0089	6.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0003	0.26	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0024	1.55	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0026	1.64	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0156	11.85	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0005	0.35	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0003	0.22	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0003	0.09	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0018	0.31	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0028	0.49	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0052	0.91	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0003	0.05	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0005	0.37	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0043	2.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0050	2.03	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0107	3.12	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0028	1.13	Erosión Ligera

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación (Ton/Ha/Año)
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0025	1.30	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0126	6.63	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0003	0.22	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0028	0.80	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0791	32.28	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0011	0.46	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0121	2.12	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0070	1.22	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0284	8.28	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0225	3.93	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0208	6.07	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0014	0.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0012	0.93	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0011	0.19	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0133	0.82	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0012	0.35	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0027	0.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0008	0.31	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0003	0.07	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0027	1.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0101	5.32	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0011	1.13	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0011	0.96	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	5.75	1340.40	0.00000006	0.00009	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.75	1107.29	0.00000018	0.00020	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.75	1107.29	0.0034	3.71	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	6.75	1573.51	0.0027	4.29	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0027	2.70	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0086	4.51	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.002727	2.38	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.000104	0.02	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0026	1.95	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0062	2.54	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0015	1.49	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0034	0.59	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0047	0.82	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0165	4.82	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0087	4.55	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0526	21.44	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0028	1.45	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0082	5.27	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0212	16.05	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	5.25	1223.84	0.0015	1.84	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0026	2.29	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0028	1.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0054	2.83	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0028	1.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	6.75	1573.51	0.0006	0.89	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	5.75	1340.40	0.0027	3.66	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0011	0.33	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0005	0.35	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0007	0.60	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0044	4.36	Erosión Ligera
TOTAL						47,106.2875	1.2692	349.08	

Tabla 42. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.

*USV= Uso de Suelo y Vegetación.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	0.6438	50.72%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	0.6254	49.28%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
TOTAL		1.2692	100%

Tabla 43. Clase de degradación en el área tras el CUSTF.

Como se observa en la Tabla anterior el 50.72% del Área del Proyecto presenta una Erosión Ligera y el 49.28% una Erosión Moderada.

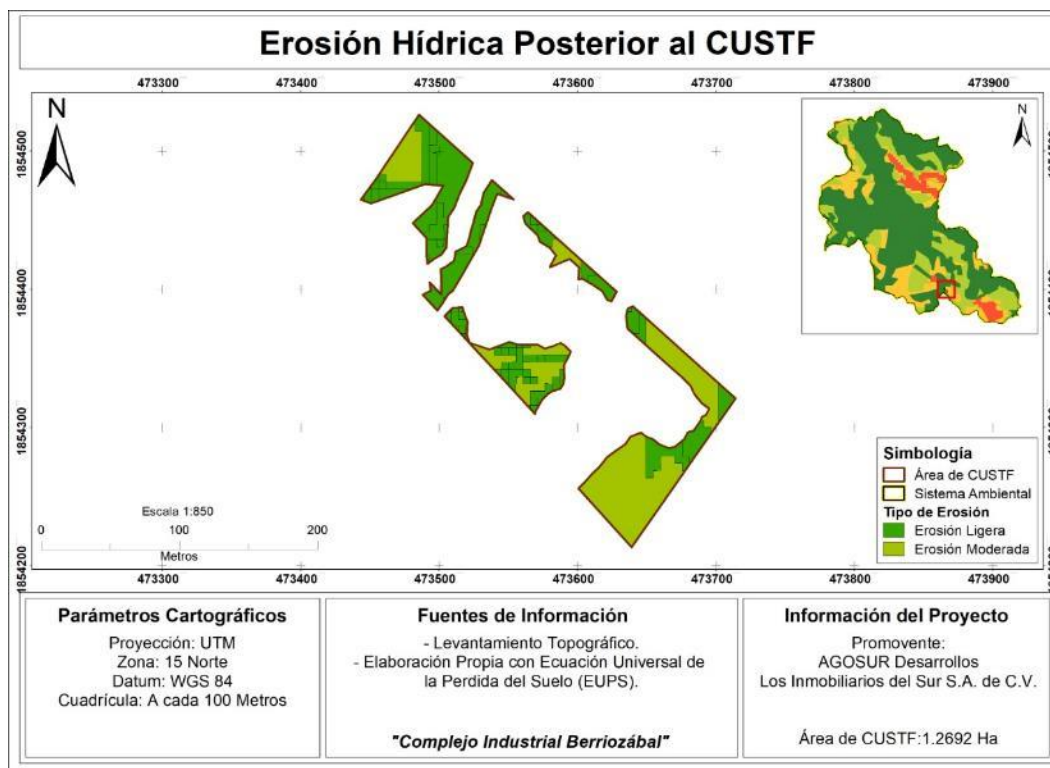


Figura 25. Erosión hídrica en el área del proyecto tras el CUSTF.

Con lo anterior se establece un aumento en la Tasa Erosiva actual, es decir que de **174.54 Ton/Año** ascendió el doble a **349.08 Ton/Año**, notando un aumento de **174.54 Ton/Año**; por lo que deberán de implementarse las medidas necesarias para su mitigación o compensación.

5.6.2. Erosión Laminar Eólica

5.6.2.1. Erosión eólica actual

Se presenta la metodología para la erosión eólica:

1. Para determinar si una zona o región es propensa a la degradación eólica, con base en el PECRE es posible estimar el parámetro IAVE, 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 IAVE se determina con base en la expresión siguiente:

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660 (\text{PECRE})$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

PECRE se calcula de la siguiente manera:

$PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019$. Sustituyendo tenemos:

$PECRE = 0.2408 * (1,029.58) - 0.0000372 * (1,029.58)^2 - 33.1019 = 247.92 - 0.0000372 * (1,060,024.68) - 33.1019 = 247.92 - 39.4329 - 33.1019 = 175.39$.

PECRE = 167.96.

$IAVIE = 160.5282 - 0.7660 (PECRE) = 160.5282 - 0.7660 (175.39) = 160.5282 - 134.34 = 26.18$.

IAVIE = 26.18.

Por lo que, los suelos presentes en el Área de Proyecto, son propensos a la degradación eólica.

2. Habiendo determinado el área como zona de influencia de erosión eólica, se procedió a obtener los factores que al multiplicarse estimarán la cantidad de suelo perdido por este tipo de erosión, esto expresado en ton/ha/año.

Con la información de las unidades de suelo, se estableció si se trata o no de suelos calcáreos.

3. En los suelos **no calcáreos** se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2 y 3 y las fases gravosa y pedregosa. Los valores de calificación se obtuvieron de la siguiente tabla:

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos.
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Tabla 44. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.

4. En el caso de las unidades de **suelo calcáreos**, la calificación de la textura y la fase fue de acuerdo con los siguientes valores.

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o Gravosa

Tabla 45. Valores de calificación de los suelos calcáreos.

El Área de Proyecto se ubica sobre el Suelo Regosol no calcáreo de textura 2, por lo que se le asigna un valor CATEX de 1.25.

5. A continuación se procedió a calificar el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

CAUSO	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.20	Agricultura de riego
0.15	Monte o Matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

Tabla 46. Calificación del uso de suelo (CAUSO).

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_POT)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$\text{Erosión Eólica Potencial} = \text{IAVE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

El cálculo de la Erosión Eólica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.6 y Excel, donde el Área de Proyecto se ubica en zonas con **48.44 Ton/Ha/Año**.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA REAL ACTUAL (EO_REAL)

Si deseamos conocer la Erosión Eólica del área, debemos multiplicar el valor de la EO_POT por la superficie del Área de Proyecto, el resultado refleja la Erosión Eólica presente, lo anterior se conoce como Erosión Eólica Real (EO_REAL), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF; obteniendo que el total de Erosión Eólica Real de CUS es de **12.29 Ton/Año**.

USV*	Suelo	Textura	IAVIE	CATEX	CAUSO	EO_POT	SUP	EO_REAL	Degradación
VSa/SBC*	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.5472	5.30	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.2125	2.06	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.3314	3.21	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.1048	1.01	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.0733	0.71	Sin Degradación
Total						48.44	1.2692	12.29	

Tabla 47. Memoria de cálculo de la erosión eólica.

*USV= Uso de Suelo y Vegetación; VSa/SBC= Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	1.2692	100.00%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
Total		1.2692	100%

Tabla 48. Clasificación de la erosión eólica presente en el área del proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

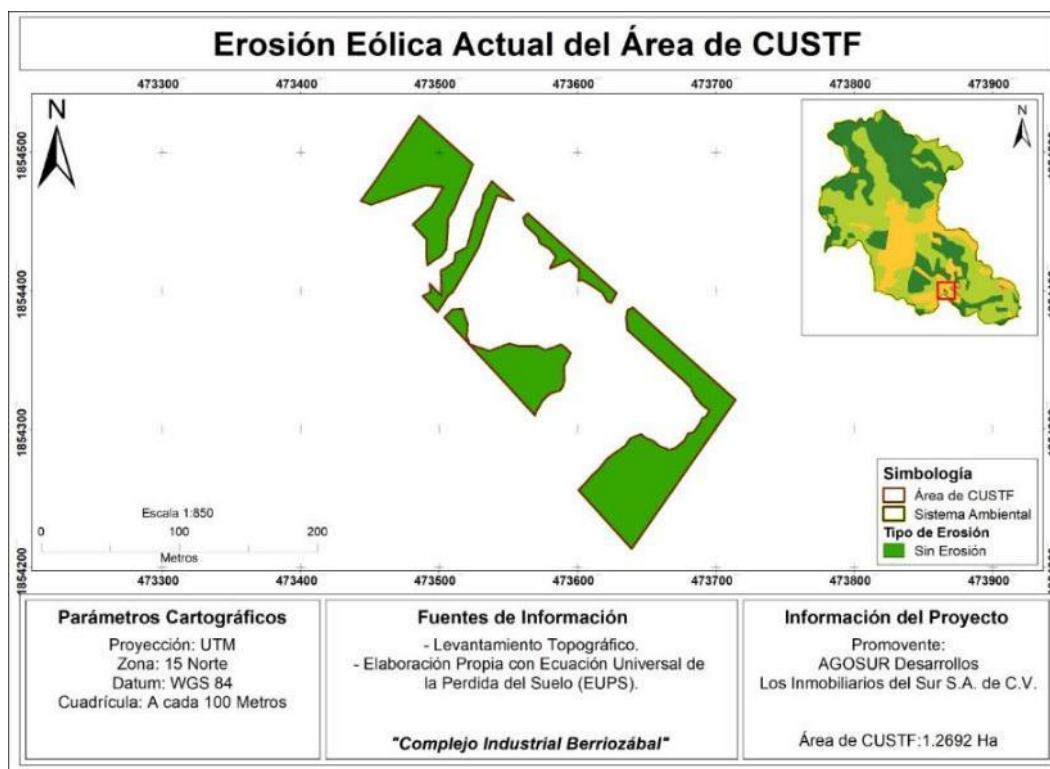


Figura 26. Erosión eólica del área del proyecto.

5.6.2.2. Erosión eólica posterior al CUSTF

Para realizar la estimación de la Erosión Eólica tomando en cuenta que el Cambio de Uso de Suelo fue realizado, es necesario quitar de la ecuación el Factor del CAUSO, pues inferimos que ya no existe, los valores del IAVIE y de CATEX son los mismos, puesto que estos valores no pueden ser modificados por el cambio de uso de suelo.

$$\text{IAVIE} = 26.18$$

$$\text{CATEX} = 1.85$$

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_POT)

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$\text{Erosión Eólica Potencial} = \text{IAVE} \times \text{CATEX}$$

El cálculo de la Erosión Eólica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.1, donde el total de suelo erosionado en el Área de Proyecto la EO_POT asciende a un total **242.18 Ton/Ha/Año**.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA REAL CON CUS (EO_REAL)

Si deseamos conocer la Erosión Eólica del área, debemos multiplicar el valor de la EO_POT por la superficie del Área de Proyecto, el resultado refleja la Erosión Eólica presente, lo anterior se conoce como Erosión Eólica Real (EO_REAL), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF; obteniendo que el total de Erosión Eólica Real de CUS es de **61.47 Ton/Año**

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Uso de suelo y vegetación	Suelo	Textura	IAVIE	CATEX	EO_POT	Superficie (Ha)	EO_REAL	Degradación
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.5472	26.50	Degradación Ligera
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.2125	10.29	Sin Degradación
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.3314	16.05	Degradación Ligera
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.1048	5.07	Sin Degradación
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.0733	3.55	Sin Degradación
Total					242.18	1.2692	61.47	

Tabla 49. Memoria de cálculo de la erosión eólica tras el CUSTF.

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	0.3906	30.78%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	0.8786	69.22%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
Total		1.2692	100%

Tabla 50. Clasificación de la erosión eólica en el área del proyecto tras el CUSTF.

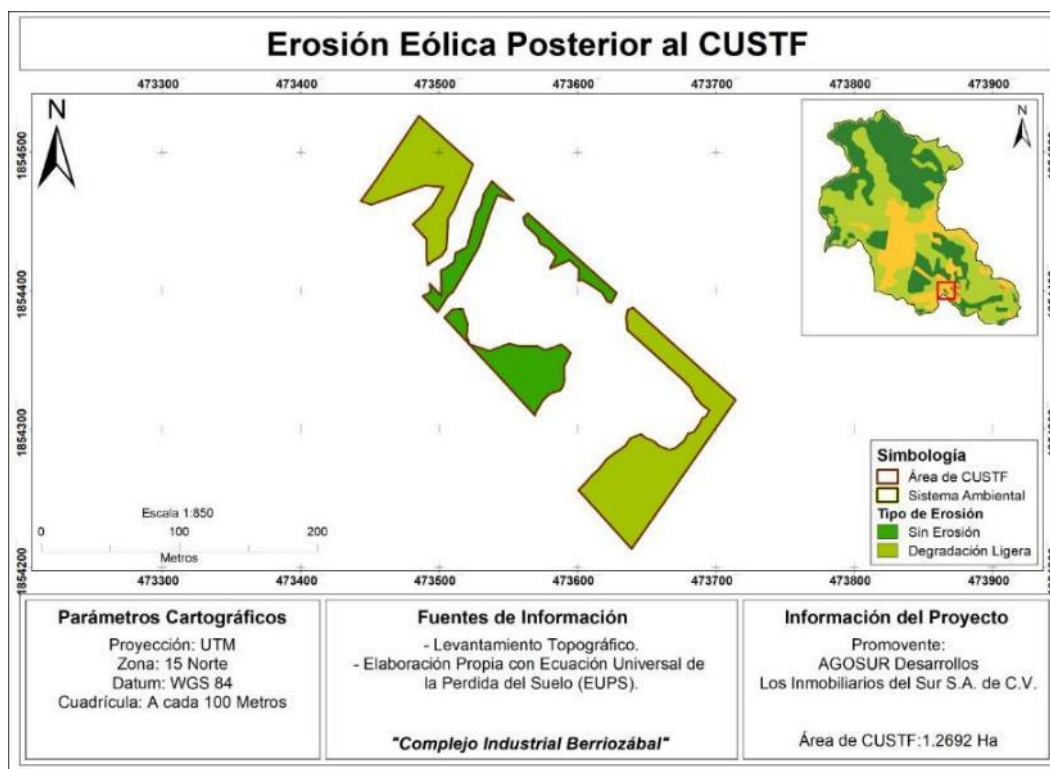


Figura 27. Erosión eólica del área del proyecto tras el CUSTF.

5.7. Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo

La erosión es un proceso geológico de desgaste natural de suelos, rocas y minerales expuestos en la superficie terrestre que requiere cientos o miles de años para transformar el relieve y es un factor que favorece los deslizamientos, los derrumbes y hundimientos. En

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

el país, los procesos erosivos son un fenómeno ampliamente generalizados, principalmente por actividades que inducen la deforestación y cambios de uso de suelo.

De acuerdo con lo planteado en el Atlas de Riesgo del Municipio de Berriozábal (2012), se presenta susceptibilidad a erosión con grado de riesgo medio, la cual es ocasionada principalmente por los fuertes vientos provenientes de Golfo de México, aunado a la frecuencia de lluvias intensas en la región.

5.8. Ubicación del predio respecto a la población más cercana (Distancia y Elevación)

El área de CUSTF se localiza dentro del municipio de Berriozábal, Chiapas. Las localidades más cercanas son **Río Agua Dulce** (210 m al suroeste), **Rancho Creg** (102 m al noroeste) y **Los Girasoles** (122 m al norte), como se aprecia en la Figura 28; con respecto a su ubicación con la cabecera municipal, el área de CUSTF se localiza a una distancia de 3.95 km al sureste.

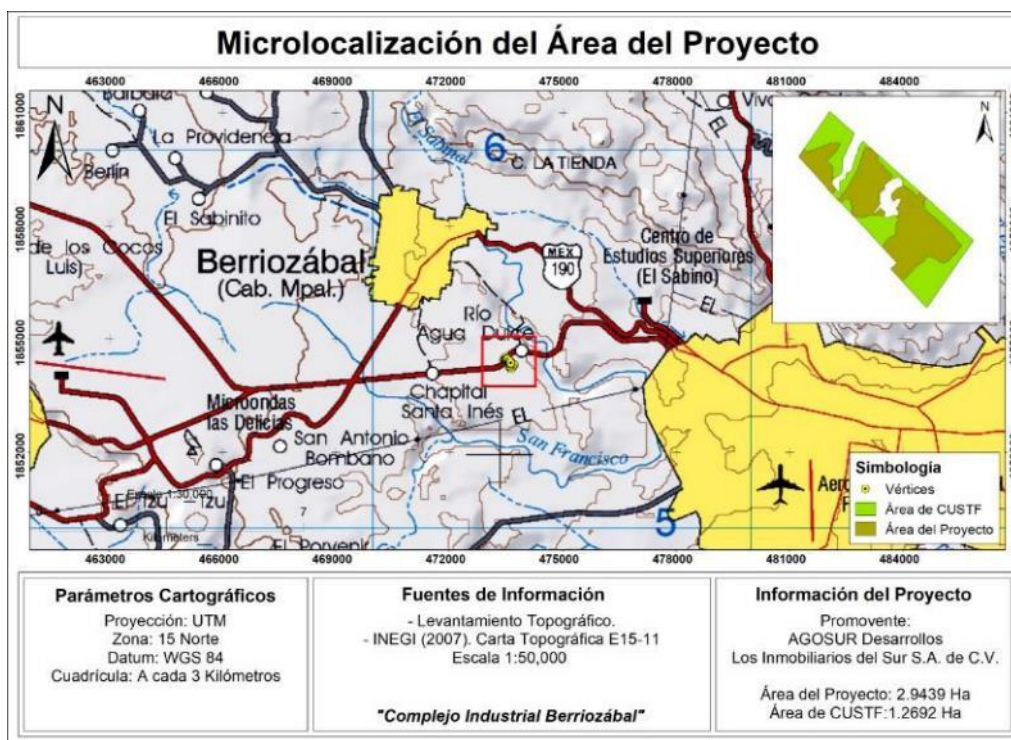


Figura 28. Ubicación del proyecto dentro de Berriozábal.

Con respecto a rango de altitudes presente en el área de CUSTF, de acuerdo con el Continuo de Elevaciones Mexicano del INEGI (2017), se tienen una **Mínima de 821 m y Máxima de 849**, como se observa en la Figura 29.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

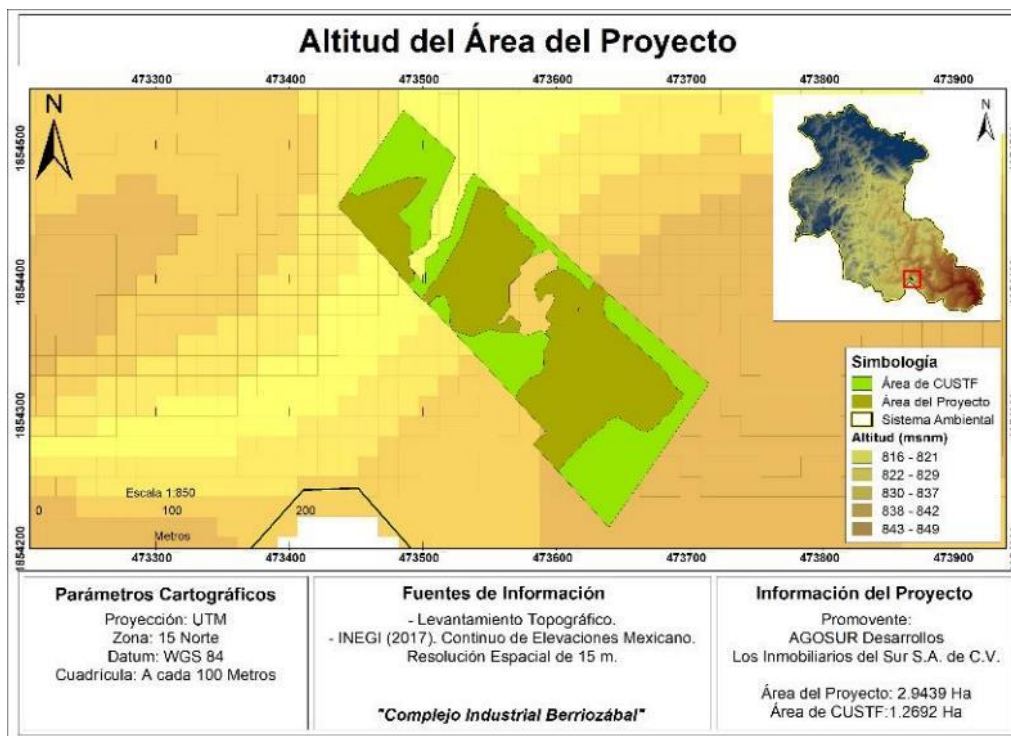


Figura 29. Elevaciones en el área de CUSTF.

5.9. Medio Físico

5.9.1. Clima

De acuerdo con los datos vectoriales de Unidades Climáticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2008), y a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1964) para su adaptación a las condiciones climáticas de la República Mexicana, el área del Proyecto se localiza sobre la unidad climática Aw0(w) de tipo Cálido Subhúmedo (Figura 30).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

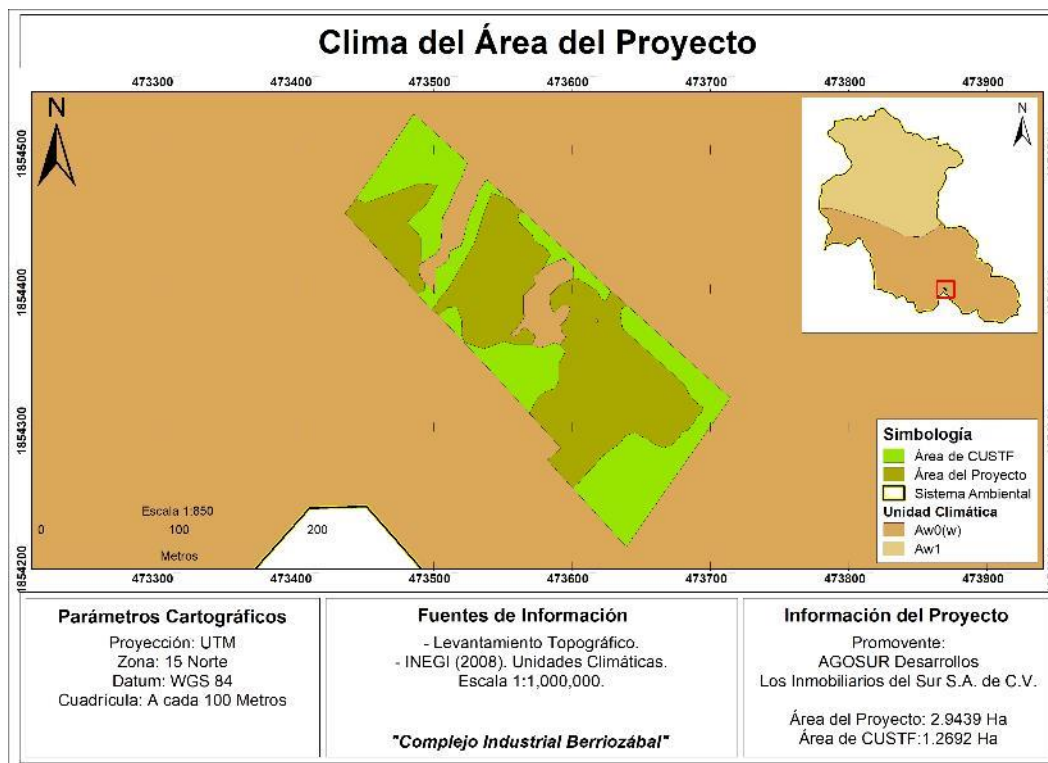


Figura 30. Clima en el área del proyecto.

La unidad climática Aw0(w), presenta lluvias en verano con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, se caracteriza por presentar una precipitación en el mes más seco entre 0 y 60 mm, con un cociente P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

5.9.1.1. Temperatura y Precipitación

Para obtener información más detallada de las condiciones meteorológicas, se obtuvieron datos de las Normales Climatológicas de la estación No. 7372 "Berriozábal", ubicada a 3.16 km al noroeste del sitio del Proyecto.

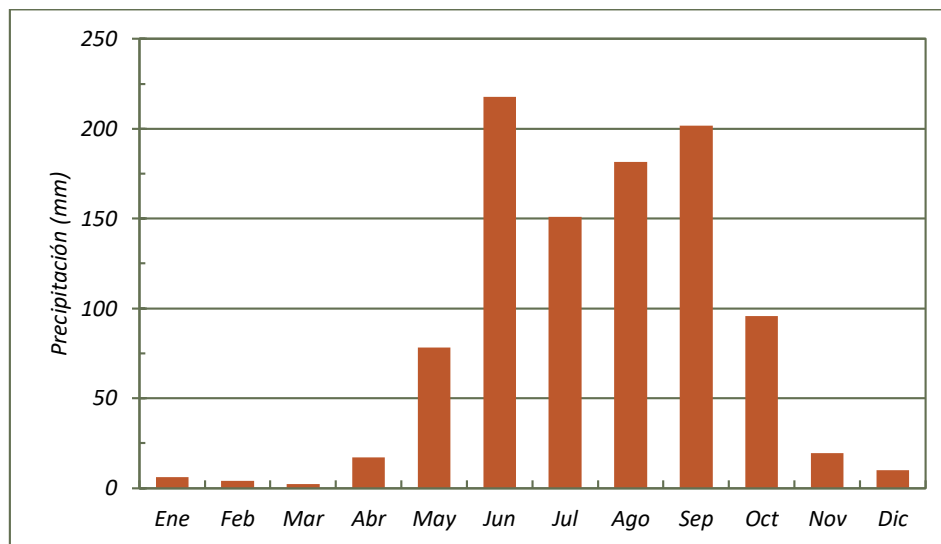
A continuación, se presentan los datos correspondientes a la Precipitación (mm):

Estación No. 7372	
Mes	Precipitación (mm)
Ene.	6.024
Feb.	4.064
Mar.	2.296
Abr.	17.003
May.	78.158
Jun.	217.780
Jul.	150.960
Ago.	181.600
Sep.	201.840

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estación No. 7372	
Mes	Precipitación (mm)
Oct.	95.800
Nov.	19.330
Dic.	9.960
Anual	893.500

Tabla 51. Precipitación media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.



Gráfica 1. Precipitación Media Mensual registrada en la estación No. 7372.

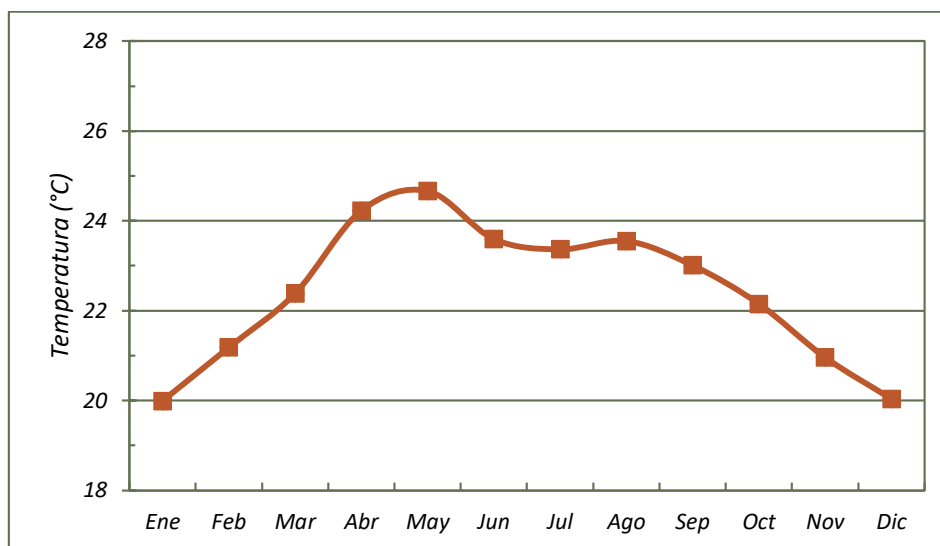
De acuerdo con lo anterior, anualmente se tiene un promedio de 893.500 mm, donde el mes con mayor precipitación es junio, reportando 217.780 mm, y el que presenta menor cantidad de lluvia es marzo, con 2.296 mm.

De la misma forma, para conocer las temperaturas presentadas en el área de estudio, se obtuvieron los datos de las Normales Climatológicas, los cuales se presentan a continuación:

Estación No. 7372	
Mes	Temperatura (°C)
Ene.	19.994
Feb.	21.185
Mar.	22.387
Abr.	24.232
May.	24.668
Jun.	23.598
Jul.	23.368
Ago.	23.553
Sep.	23.011
Oct.	22.154
Nov.	20.962
Dic.	20.037

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Tabla 52. Temperatura media mensual y anual registrada en la estación No. 7372.



Gráfica 2. Temperatura Media Mensual registrada en la estación No. 7372.

Con base a lo presentado, se observa que el mes donde se presentan temperaturas más altas es mayo, con 24.668 °C, y en el mes que se reportan las más bajas es enero, con 19.994 °C.

5.9.1.2. Vientos

Para conocer los valores correspondientes a la dirección y velocidad del viento, se obtuvieron los datos registrados en los últimos siete días por la Estación Meteorológica Automática (EMA) "Tuxtla", ya que es la más cercana al proyecto, a una distancia aproximada de 12.71 km hacia el noreste.

De acuerdo con los datos recabados, de forma predominante la dirección del viento proviene del Oeste y Noroeste, con velocidades mínimas de 0.50 m/s, promedio de 1.63 m/s y máximas de 11.10 m/s, como se puede apreciar en la Figura 31; y con respecto al flujo del viento, este se dirige hacia el Este y el Sureste, con velocidades mínimas de 0.50 m/s, promedio de 1.63 m/s y máximas de 11.10 m/s, como se puede apreciar en la Figura 32.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

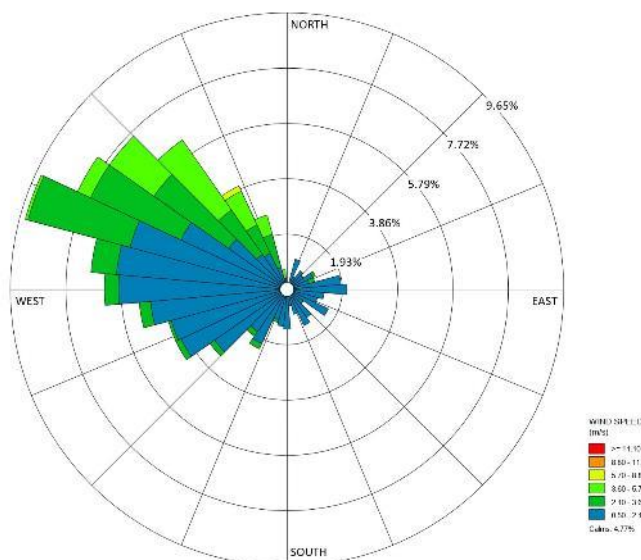


Figura 31. Dirección del viento registrada en la EMA "Tuxtla".

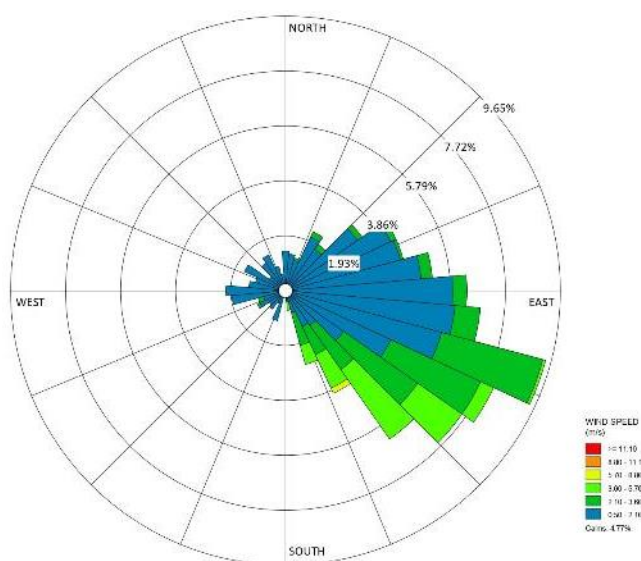


Figura 32. Flujo del viento registrada en la EMA "Tuxtla".

5.9.1.3. Fenómenos meteorológicos

Para determinar la susceptibilidad de la superficie del proyecto con respecto a diversos fenómenos meteorológicos, se consultaron los datos vectoriales del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), obteniéndose lo siguiente:

- **Bajas Temperaturas:** El área del Proyecto se localiza en una zona con riesgo **Muy Bajo**.
- **Tormentas con Granizo:** El área del Proyecto se localiza en una zona con riesgo **Muy Bajo**.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

- **Sequías:** El área del Proyecto se localiza en una zona con riesgo **Medio**.
- **Ciclones tropicales:** El área del Proyecto se localiza en una zona con riesgo **Bajo**.
- **Inundaciones:** El área del Proyecto se localiza en una zona con riesgo **Medio**.

5.9.2. Suelos

De acuerdo con los datos vectoriales de Edafológicos de la Serie II del INEGI (2007), el área del Proyecto se localiza sobre **Vertisol**, como se observa en la Figura 33.

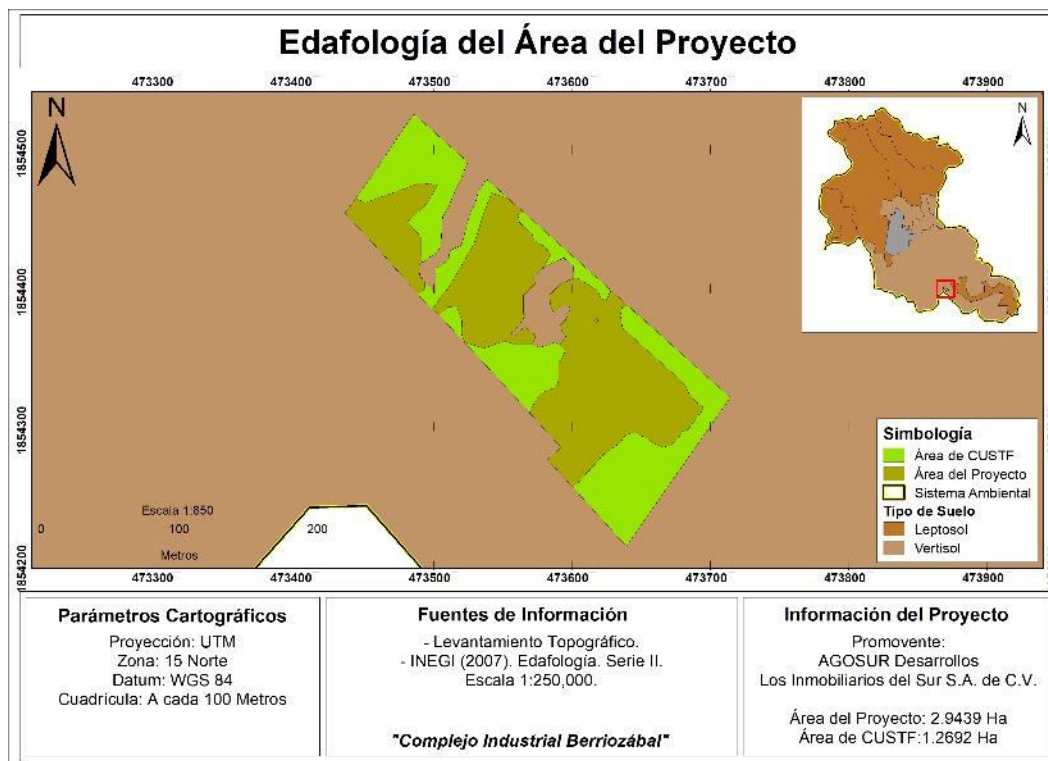


Figura 33. Tipo de suelo en el área del proyecto.

Los vertisoles son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles, se caracterizan por formar grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando estos se secan. Principalmente se distribuyen en zonas con climas tropicales y subtropicales, semiáridos a subhúmedos y húmedos con alternancias marcadas entre estaciones secas y húmedas.

5.9.3. Pendiente Media

En la superficie del proyecto se presentan pendientes desde 0-2% hasta el 16-30%, como puede observarse en la Figura 34.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

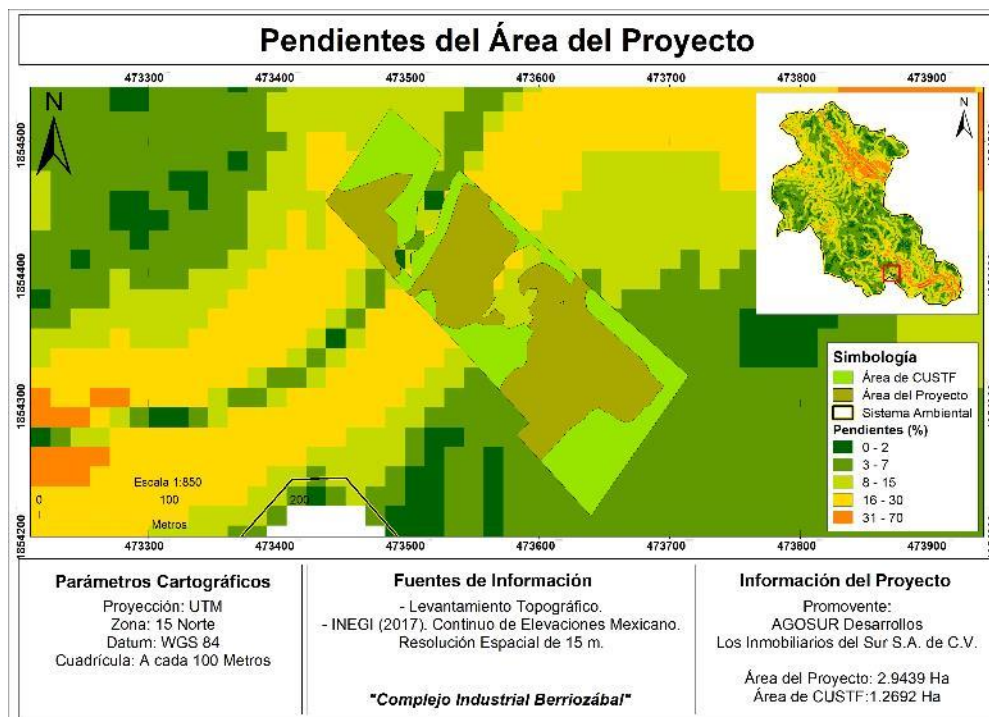


Figura 34. Pendientes en la superficie del proyecto.

5.9.4. Relieve

5.9.4.1. Geomorfología

Con base a los datos vectoriales de Provincias Fisiográficas del INEGI (2001), el área del Proyecto se encuentra dentro de las **Sierras de Chiapas y Guatemala** (Figura 35).

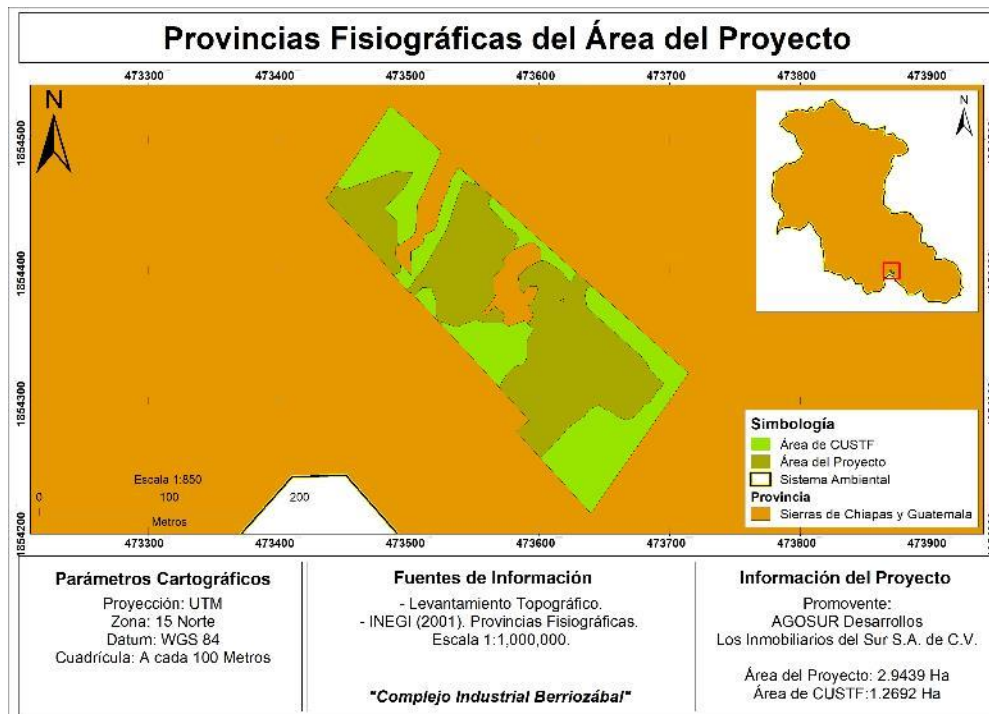


Figura 35. Provincia fisiográfica en la que se ubica el proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Esta provincia se sitúa entre los estados de Chiapas y Oaxaca, extendiéndose desde la Sierra Madre del Sur en Oaxaca, hasta la frontera con Guatemala; en el estado de Chiapas, ocupa la porción sur y se extiende en las proximidades del Océano Pacífico, constituyendo una divisoria de Aguas Continentales que deja al Sur sobre la vertiente del Pacífico y al Norte los Valles Centrales de Chiapas.

La provincia Sierras de Chiapas y Guatemala tiene rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental.

Respecto a los datos vectoriales de Subprovincias Fisiográficas del INEGI (2001), el CUSTF se sitúa dentro de los **Altos de Chiapas**, como se aprecia en la Figura 36.

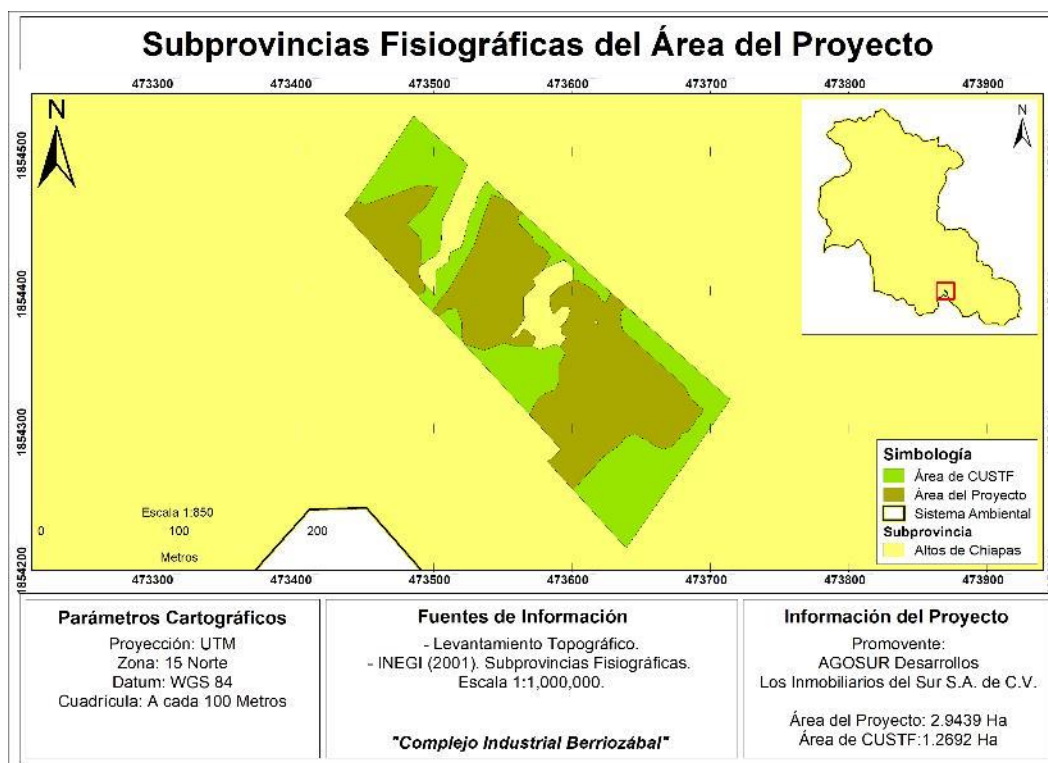


Figura 36. Subprovincia fisiográfica en donde se ubica el proyecto.

Esta subprovincia se caracteriza por presentar diversas formaciones, influenciadas por la topografía de la zona, exhibiendo sierras, llanuras, mesetas, lomeríos, valles y cañones.

En cuanto a los Datos Vectoriales de Sistemas de Topoformas del INEGI (2001), el área del Proyecto se localiza sobre **Lomerío Típico**, como se observa en la Figura 37.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

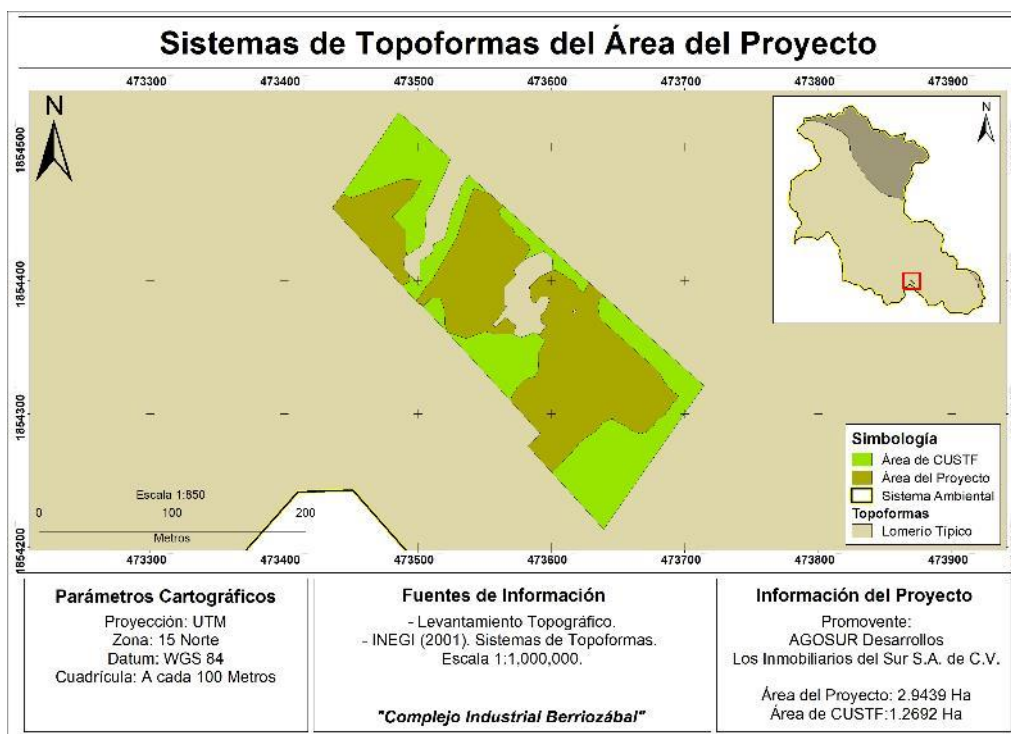


Figura 37. Topoformas en el área del proyecto.

5.9.4.2. Tipos de roca

Con base a los datos vectoriales de la Carta Geológica de la República Mexicana del Servicio Geológico Mexicano (2017), en área del Proyecto sobre **Caliza-Lutita** (Figura 38).

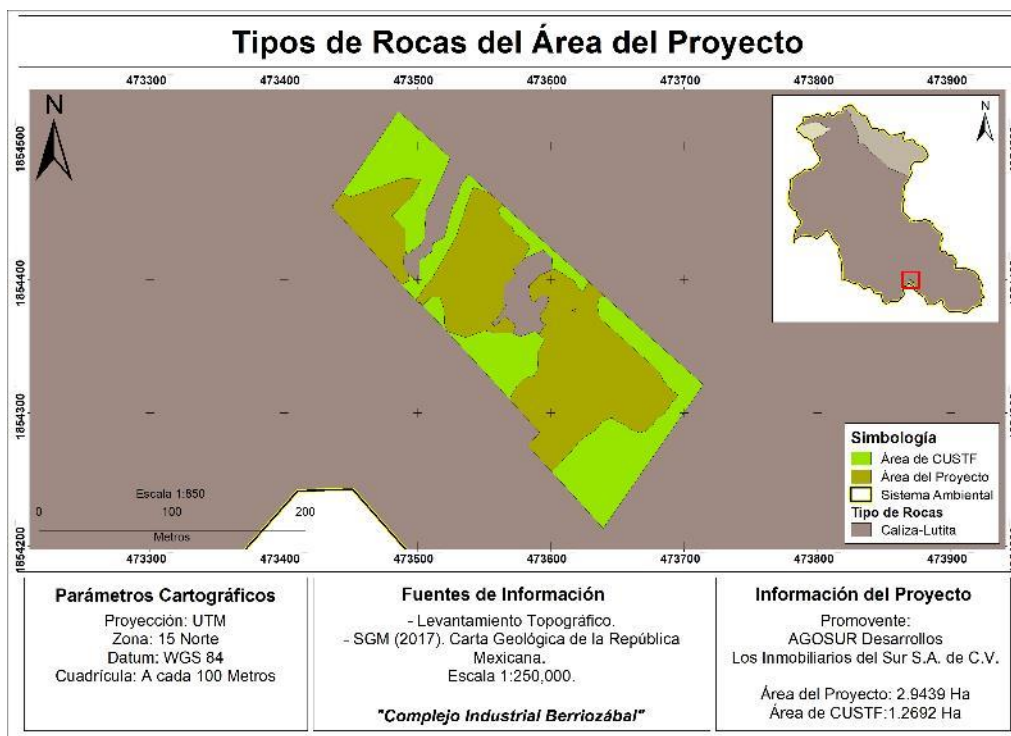


Figura 38. Tipo de rocas en el área del proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estas son rocas químicas o bioquímicas, constituida de carbonato de calcio ($>80 \text{ CaCO}_3$) y material terrígeno muy fino (arcillas) de 1/256 mm.

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

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, localizada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta.

Particularmente, Chiapas se encuentra entre los Estados con mayor sismicidad en el país, debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico.



Figura 39. Regionalización Sísmica de la República Mexicana.

Para conocer la susceptibilidad sísmica en el área del proyecto, se utilizaron los datos vectoriales de la Regionalización Sísmica de la República Mexicana de la Comisión Federal de Electricidad (2015), se determinó que el área del proyecto se localiza dentro de la **Zona C**, la cual presenta un peligro **Alto** (Figura 40).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

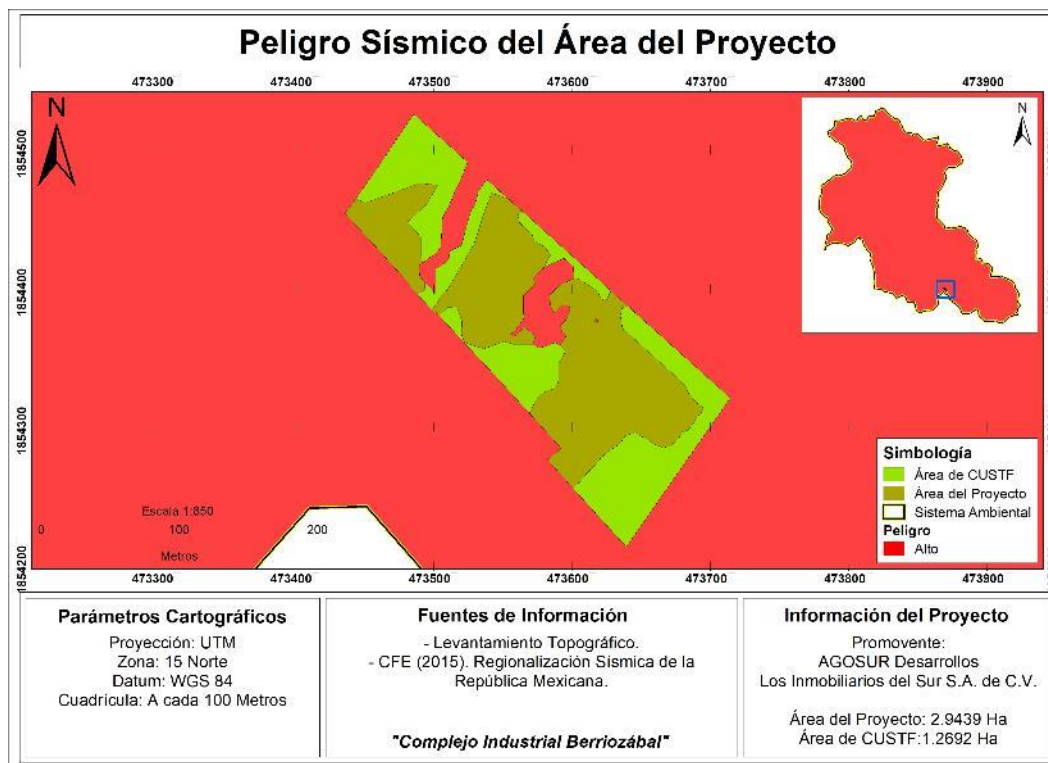


Figura 40. Peligro sísmico en el área del proyecto.

La **Zona C**, junto con la Zona B, son consideradas como intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

5.10. En cuanto a 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

De acuerdo con los datos vectoriales de la Red Hidrológica del INEGI (2010) para la Subcuenca RH30Ej de la Cuenca RH30E, en el Área del Proyecto se encuentra una corriente de tipo Intermitente que atraviesa su superficie, como se observa en la Figura 41.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

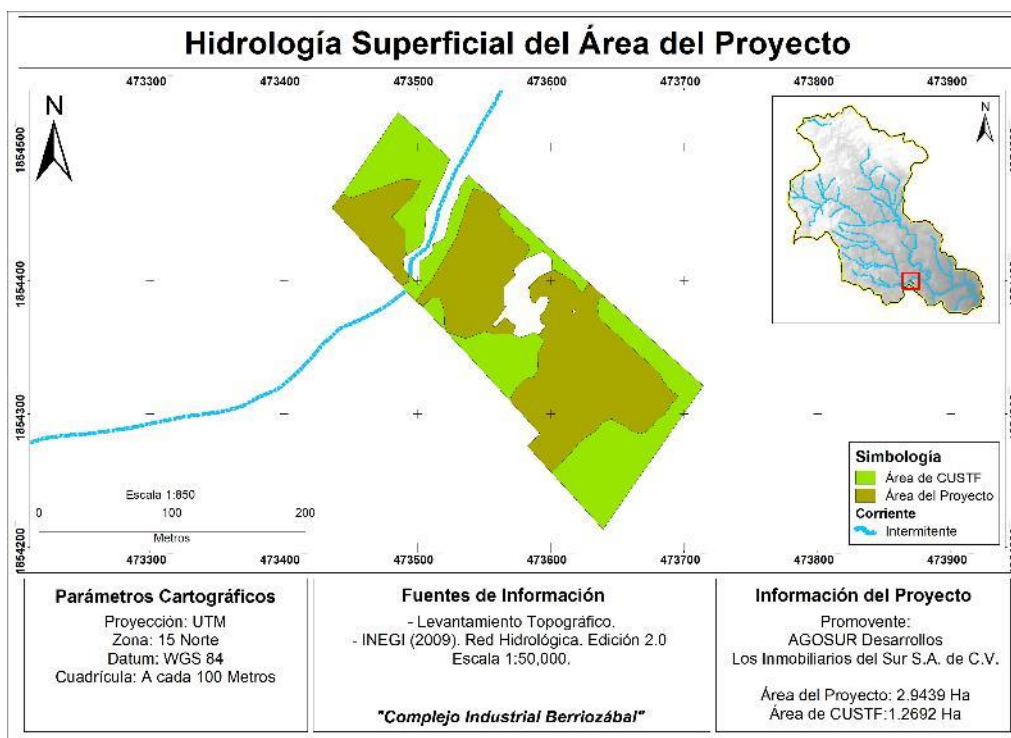


Figura 41. Hidrología superficial del área del proyecto.

5.10.1.2. Hidrología subterránea

El área del Proyecto se encuentra dentro del **Acuífero No. 0703 "Tuxtla"**, como se observa en la Figura 42.

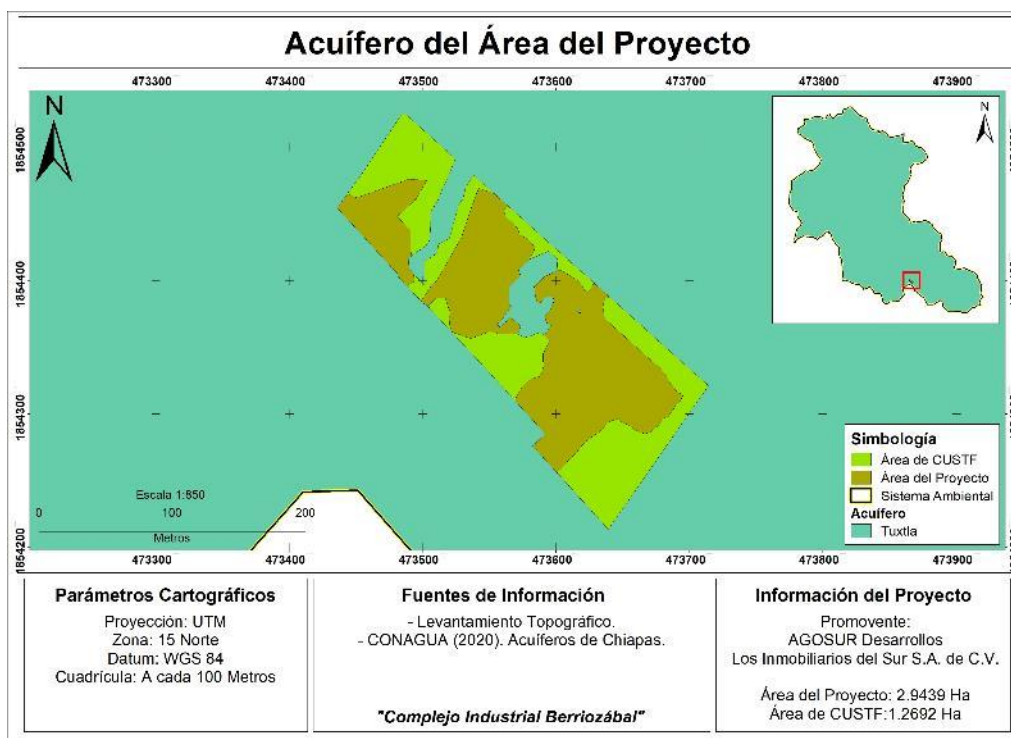


Figura 42. Acuífero en el que se ubica el área del proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Este acuífero se localiza en la parte centro-oriental del estado de Chiapas, cubriendo una superficie aproximada de 5,104 km², y está considerado con Disponibilidad.

A continuación, se presentan la disponibilidad del agua subterránea:

Concepto	Valor	Unidad
Recarga	440.60	hm ³ /año
Descarga Natural Comprometida	0.00	
Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas	49.06	
Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	191.53	

Tabla 53. Disponibilidad Media Anual de Acuífero Tuxtla.

Respecto a los datos vectoriales de Aguas Subterráneas del INEGI (2002), el área del proyecto se encuentra en la unidad hidrogeológica **Material Consolidado con Posibilidades Bajas**, como se observa en la Figura 43.

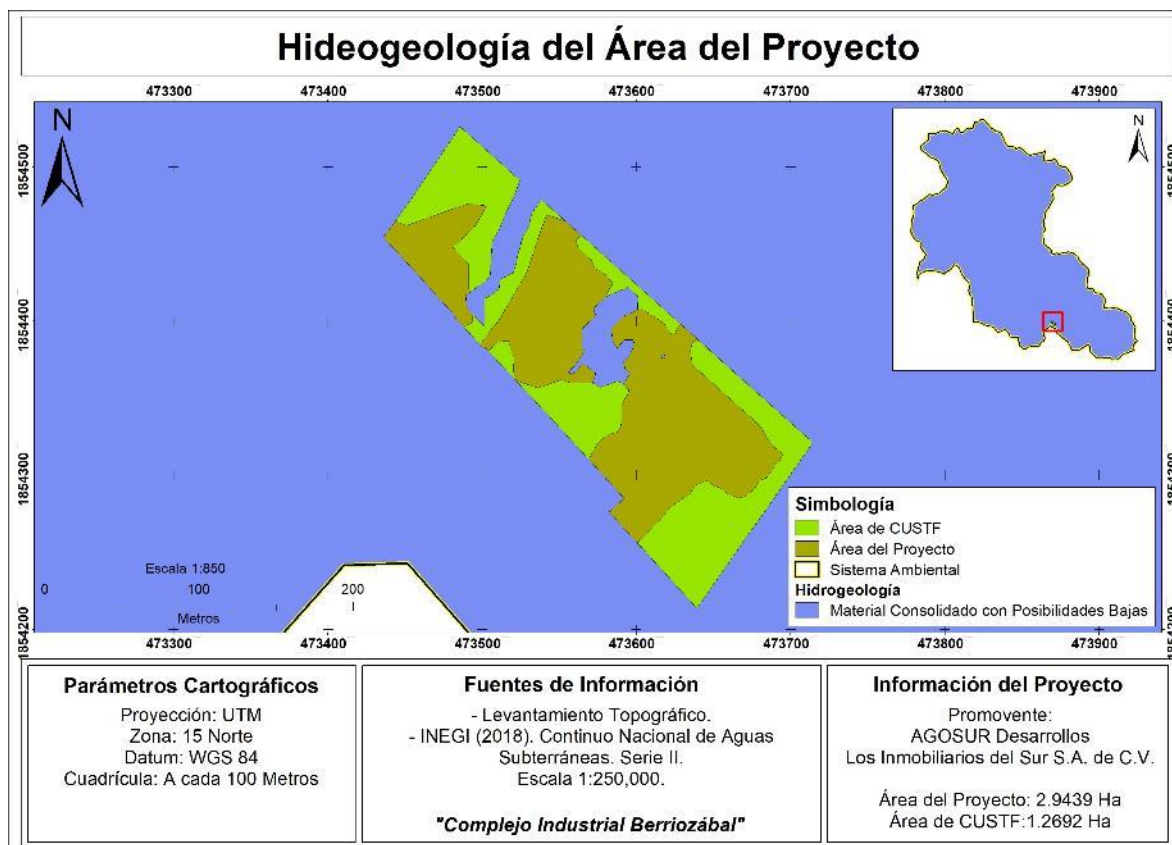


Figura 43. Hidrogeología del área del proyecto.

5.10.2. Captación del 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.

Cerca del proyecto existen 4 Estaciones Climatológicas, en la que el promedio de ellas en precipitación media anual es de 1,029.58 mm; este valor se convierte a metros (1.029 m) y se multiplica por la superficie de CUS (1.2962 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados (12,692.00 m²).

Captación = 12,692.00 m² X 1.029 m = 13,067.37 m³.

Captación = 13,067.37 m³.

En total en la superficie de CUSTF se capta anualmente **13,067.37 m³** de agua de lluvia

5.10.2.1. Cálculo de 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:

$$I = \left(\frac{24.3}{5}\right)^{1.514} = 10.97$$

Obtención del exponencial a.

$$a = 0.000000675 \times (10.97)^3 - 0.0000771 \times (10.97)^2 + 0.01792 \times (10.97) + 0.49239$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$a = 1.72$$

Obtención del Valor de ETP

$$ETP = 16 \times \left(10 \times \left(\frac{24.3}{10.97} \right)^{1.72} \right) = 275.09 \text{ mm}$$

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 275.09 mm este valor se convierte a metros (0.27509 m), los cuales al multiplicarlo por el área de CUSTF en metros cuadrados (12,692.00 m²) nos da un valor de **3,491.43 m³**.

$$ETR = 3,491.43 \text{ m}^3.$$

5.10.2.2. 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:

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando K es igual o menor a 0.15} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando K es mayor que 0.15} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

Ce = Coeficiente de Ecurrimiento 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 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Uso de Suelo	Tipo de Suelo		
	A	B	C
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
<i>A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).</i>			
<i>B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).</i>			
<i>C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).</i>			

Tabla 54. Valores de K en función del tipo de suelo. Tomado de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1999).

El tipo de Suelo presente en el Área de CUS es de tipo C, con cobertura mayor al 75%, por lo que el valor de K es igual a 0.24.

Sustituyendo en la Ecuación 3, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	0.1535

Tabla 55. Valor del coeficiente de escurrimiento.

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).

Dado que 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m ²)	Ce	Ve
VSa/SBC	3	0.24	0.5472	5,471.90	0.1535	865.05
VSa/SBC	3	0.24	0.2125	2,125.05	0.1535	335.95
VSa/SBC	3	0.24	0.3314	3,313.80	0.1535	523.88
VSa/SBC	3	0.24	0.1048	1,047.65	0.1535	165.62
VSa/SBC	3	0.24	0.0733	733.24	0.1535	115.92
TOTAL			1.2692	12,691.64		2,006.42

Tabla 56. Cálculo del volumen de escurrimiento anual en el área de CUSTF.

*VSa/SBC= Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que en el área del Proyecto se escurren anualmente **2,006.42 m³** de agua.

5.10.2.3. Cálculo del Volumen de Infiltración

5.10.2.3.1. Cálculo del Volumen de Infiltración en el área de CUSTF

5.10.2.3.1.1. Cálculo del Volumen de Infiltración previo a la ejecución del CUSTF

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUSTF recibe en promedio anualmente 13,067.37 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 2,006.42 m³ (15.35%) se pierden en los escurrimientos superficiales; 3,491.43 m³ (26.72%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y 7,569.51 m³ (57.93%) 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:

$$\text{Infiltración} = 13,067.37 - 2,006.42 - 3,491.43 = \mathbf{7,569.51}.$$

$$\text{Infiltración} = \mathbf{7,569.51m^3}.$$

5.10.2.3.1.2. Cálculo del Volumen de Infiltración posterior a la ejecución del CUSTF

Para calcular la Infiltración que se presentará en la Superficie que se propone a CUS, 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 Escurrimiento y en el del Volumen de Escurrimiento, modificando el valor de 0.16 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 B, 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 3, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Áreas Desnudas	3	0.30	0.2169

Tabla 57. Valor del coeficiente de escurrimiento tras el CUSTF.

Una vez estimado el coeficiente de escurrimiento (Ce) es posible estimar el volumen de escurrimiento anual (Ve), el que está dado por la expresión siguiente:

$$\text{Ve} = \text{Pa} \times \text{At} \times \text{Ce} \qquad \text{Ec. 1}$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Donde:

Ve = Esgurrimiento anual (m³)

Pa = Precipitación media anual (m)

At = Área total (m²)

Ce = Coeficiente de esgurrimiento.

Dado que las expresiones anteriores dentro de sus parámetros consideran la existencia de algún tipo de comunidad vegetal, por lo que la determinación del Coeficiente de esgurrimiento (Ce) y el Esgurrimiento Anual (Ve) se hizo para la Superficie propuesta a CUSTF del área del proyecto, actualmente provistas de vegetación.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m ²)	Ce	Ea
Sin Vegetación	3	0.30	0.5472	5,471.90	0.2169	1,222.16
Sin Vegetación	3	0.30	0.2125	2,125.05	0.2169	474.63
Sin Vegetación	3	0.30	0.3314	3,313.80	0.2169	740.14
Sin Vegetación	3	0.30	0.1048	1,047.65	0.2169	234.00
Sin Vegetación	3	0.30	0.0733	733.24	0.2169	163.77
TOTAL			1.2692	12,691.64		2,834.71

Tabla 58. Cálculo del esgurrimiento anual tras la ejecución del CUSTF.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que, en el área de la superficie propuesta a CUSTF con el Cambio de Uso del Suelo se esgurrarán anualmente **2,834.71 m³** de agua.

$$\text{Volumen de Esgurrimiento} = 2,834.71 \text{ m}^3$$

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUS, una vez habiendo ejecutado el Cambio de Uso del Suelo recibirá en promedio anualmente 13,067.37 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 3,491.43 m³ (26.72%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Esgurrimiento ascenderá a 2,834.71 m³ (21.69%); y la Infiltración descenderá a 6,741.23 m³ (51.59%).

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación 1 para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 13,067.37 - 3,491.43 - 2,834.71 = 6,741.23.$$

$$\text{Infiltración} = 6,741.23 \text{ m}^3.$$

Lo anterior indica un **déficit de -828.28 m³** de agua que dejarán de infiltrarse, por lo que se deberán de implementar las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

5.11. Medio Socioeconómico

El municipio de Berriozábal fue fundado en 1598 en la hacienda Don Rodrigo por los caciques de Chiapa de la Real Corona, Tomás de León y su hermano Rodrigo de León, en el lugar que se llamaba Cuiximanguillo, que tenía por nombre Santa Catalina. Se le denomina Berriozábal en honor al ilustre liberal que combatió a los franceses Felipe B. Berriozábal.

Para 1774, se consideraba parte del pueblo de Tuxtla dentro de la llamada provincia de Llanos. Es hasta el 27 de mayo de 1898 que mediante Decreto No. Cinco de la Veinte Legislatura del H. Congreso del Estado se le denomina Berriozábal.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

En el año de 1983, para efectos del Sistema de Planeación, se ubica en la región I Centro. De acuerdo con el Diario Oficial del Estado de Chiapas, número 299 del 11 de mayo de 2011, la regionalización de la entidad quedó conformada por 15 regiones socioeconómicas, dentro de las cuales el municipio de Berriozábal está contenido en la Región I Metropolitana.

5.11.1. Demografía

5.11.1.1. Dinámica de la población

La población total en el municipio de Berriozábal, de acuerdo con Censo Poblacional 2020 realizado por el INEGI corresponde a 64,632 habitantes, de los cuales 49.4% son hombres y 50.6% son mujeres, con una densidad de población de 183.6 hab/Km². La mayor concentración de la población la podemos encontrar en la cabecera municipal Berriozábal y hacia las localidades de Ciudad Maya y Santa Inés Buenavista. Del total de la población, se tiene el registro de que 4.01% de estos habla una lengua indígena.

5.11.1.2. Crecimiento y distribución de la población

Para el periodo entre 2015 a 2020, se registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 3.87. La edad mediana era de 25 años, con un grado de marginación municipal medio y un grado bajo de rezago social.

Se tiene un registro de 16,192 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 4.0 ocupantes.

5.11.1.3. Estructura por sexo y edad

De acuerdo con el INEGI (2020), la distribución por edad y sexo en el municipio de Berriozábal es la siguiente:

Grupo de edades	Hombres	Mujeres	Total
0 a 14 años	10,341	10,036	20,377
15 a 64 años	19,826	21,038	40,864
Más de 65 años	1,746	1,642	3,388
No Especificado	1	2	3
Total	31,913	32,716	64,632

Tabla 59. Distribución de la Población por sexo y edad.

5.11.1.4. Natalidad y Mortalidad

El municipio presenta un promedio de hijos nacidos vivos de 1.8 (INEGI, 2020). Por otra parte, se registró una tasa de mortalidad general de 4.11 (CEIEG, 2019).

5.11.1.5. Migración

Para Berriozábal se tiene que, del total de la población, 13.9% de estos contaba con un lugar de residencia distinto al actual en 2015, citando como causas de migración el trabajo, la familia, estudios, inseguridad, entre otros.

5.11.1.6. Población Económicamente Activa (PEA)

Para 2020, el 63.7% de la población de Berriozábal se encuentra económicamente activa, siendo 62% hombres y 28% mujeres.

El 36.1% de la población se considera como no económicamente activa, dado su estado como estudiantes, personas dedicadas al hogar, pensionados, personas con limitaciones físicas o mentales.

Lo anterior deja un porcentaje de 2% que no especifica la condición de actividad con la que cuenta.

5.12. Paisaje

Derivado de la evaluación del paisaje aplicado en el Capítulo 5, con la valoración de los elementos del paisaje, se tiene lo siguiente:

Sistema Ambiental

Para realizar la evaluación paisajística del Sistema Ambiental, se utilizó una imagen satelital de alta resolución, la cual fue consultada en la Plataforma Google Earth Pro, así como diversas capas temáticas para analizar los diferentes componentes abióticos que integran el paisaje en el área de estudio.

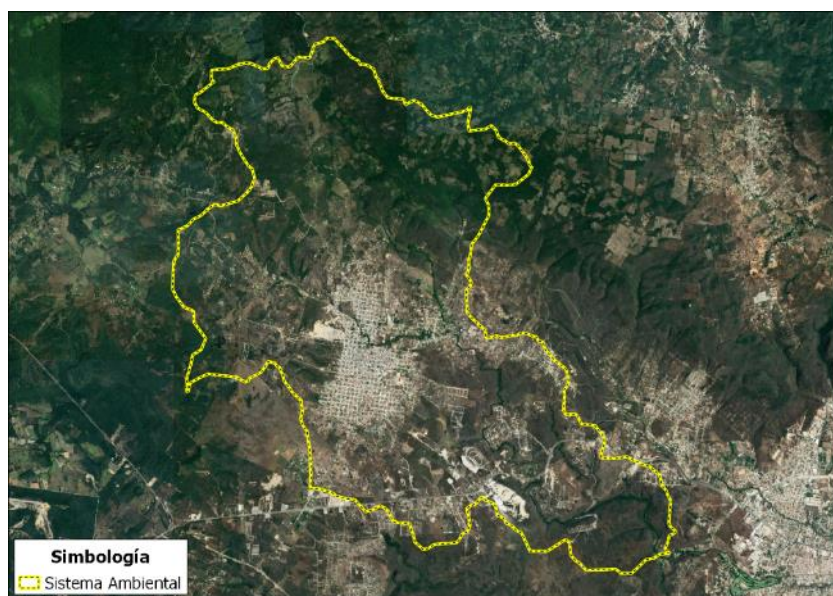


Figura 44. Imagen satelital del Sistema Ambiental.

A continuación, se presenta la valoración de los elementos para caracterizar el paisaje dentro del Sistema Ambiental:

Parámetro	Elemento	SA	CUSTF
Unidad Visual (UV)	Abiótico	3	1
	Biótico	3	1
	Antrópico	3	3
Subtotal		9	5
Organización Visual	Contraste visual	3	1

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Parámetro	Elemento	SA	CUSTF
(OV)	Dominancia visual	3	3
Subtotal		6	4
Calidad Visual (CV)	Diversidad	3	1
	Naturalidad	1	1
	Singularidad	3	3
	Complejidad topográfica	5	1
	Superficie y límite de agua	3	1
	Actuaciones humanas	1	1
	Degradación de la capacidad visual	3	1
Subtotal		19	9
Calidad Escénica (CE)	Morfología	3	1
	Vegetación	3	1
	Formas de agua	1	1
	Color	3	3
	Fondo escénico	3	3
	Rareza	1	3
	Actuación humana	1	1
Subtotal		15	13
Total		49	31

Tabla 60. Valoración paisajística del Sistema Ambiental.

De acuerdo con la valoración realizada, en el Sistema Ambiental se obtuvo una calificación de **49**, clasificándose con **Buena Calidad Paisajística**, esto debido a que se observa un grado medio de antronzación, disminuyendo la calidad escénica de las áreas naturales remanentes en el interior de esta zona, aunado a la moderada complejidad topográfica y la poca incidencia de cuerpos de agua en el área de estudio, resultando en zonas con atractivo visual medio.

Por su parte, el Área del Proyecto resulto con una calificación de **31**, clasificándose con **Baja Calidad Paisajística**, esto debido a que se observa un alto grado de antronzación en el área de estudio, disminuyendo la calidad escénica de por la escasez de áreas naturales en su interior, en conjunto con las afectaciones por diversas actividades económicas que se observan en sus inmediaciones, resultando en una zona con poco atractivo visual.

5.13. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de Uso de Suelo propuestos

5.13.1. Describir la importancia de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema a nivel Cuenca Hidrológico-Forestal y área de influencia del proyecto (Sistema Ambiental)

La conceptualización de los servicios ambientales queda definida en la *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*, 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono”.

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 de acuerdo con la naturaleza del proyecto y el ecosistema por afectar los servicios ambientales que proporciona y que pudieran ponerse en riesgo

En seguida, se mencionan los servicios ambientales por grado de afectación que se verán alterados a consecuencia de las actividades de cambio de uso del suelo en el área propuesta para el proyecto.

5.13.2.1. Provisión del agua en calidad y cantidad

La captura de agua 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 del agua.

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.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

La participación 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 tallo hacia el suelo, permitiendo tener una regulación del escurrimiento pluvial 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 se presente una filtración lenta hacia el suelo y con ello se tiene 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 micro-poros, 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.

En 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, permitiendo 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 lo anterior, podemos concluir que, con la eliminación de la vegetación en las 1.651.602 hectáreas propuestas para cambio de uso del suelo, 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

Con base en las expresiones descritas y desarrolladas en el Capítulo 7 del presente documento, se estimó el coeficiente de escurrimiento (C_e) y el escurrimiento anual (V_e) para el área del proyecto.

Volumen de infiltración

De las estimaciones sobre el volumen de infiltración se desprende que en el área de CUSTF se recibe en promedio anualmente $13,067.37 \text{ m}^3$ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual $2,006.42 \text{ m}^3$ (15.35%) se pierden en los escurrimientos superficiales; $3,491.43 \text{ m}^3$ (26.72%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración. Con estos datos, se hace el análisis del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 13,067.37 - 2,006.42 - 3,491.43 = 7,569.51 \text{ m}^3$$

Con los datos presentados se tiene que en el área de CUSTF se infiltran anualmente **7,569.51 m^3** de agua.

Por lo que, para conocer las condiciones tras el cambio de uso del suelo, se realizó un pronóstico de la situación. Para este caso, se consideraron que en el área del Proyecto recibe anualmente $13,067.37 \text{ m}^3$ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual $3,491.43 \text{ m}^3$ (26.72%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Sin embargo, por la pérdida de la vegetación, el escurrimiento asciende a 2,834.71 m³ (21.69%), por lo tanto, el volumen de infiltración será de:

$$\text{Infiltración} = 13,067.37 - 3,491.43 - 2,834.71 = \mathbf{6,741.23 \text{ m}^3}$$

De esta manera, se concluye que en la totalidad del sitio del Proyecto se infiltrarían **6,741.23 m³** de agua anualmente.

Por consiguiente, analizando la situación antes y después del CUSTF, se obtiene que:

$$I = 7,569.51 - 6,741.23 = \mathbf{828.28 \text{ m}^3}$$

Lo anterior establece un déficit de **828.28 m³** de captada en la superficie de CUSTF, el cual deberá mitigarse por medio de la reforestación.

5.13.2.2. Captura de carbono

La captura de carbono se considera un servicio ambiental esencial, que puede definirse como la extracción y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) en forma de biomasa en bosques, suelos y océanos, evitando su llegada a la atmósfera.

La mayoría de los procesos productivos hacen uso 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.

Con lo anterior se reafirma la importancia de la vegetación forestal, dado que bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca.

Para el cálculo del contenido de carbono almacenado en la superficie forestal donde se efectuará el CUSTF, se optó por realizar la determinación de las existencias reales de la biomasa a través de ecuaciones alométricas con los datos de diámetro a la altura de pecho (DAP) recabados en campo y, en su caso, la altura, obtenidas desde las siguientes fuentes:

- Birigazzi, L., Fernandez, J., Baldasso M., Trotta, C., Saint André, L., Sola, G., Henry, M. (2013) Georeferenced database of tree volume and biomass allometric equations for North America, *UN REDD Programme*, Rome, Italy
- Rojas-García F., De Jong B. H.J., Martínez-Zurimendí P., Paz-Pellat F. 2015. Database of 478 allometric equations to estimate biomass for Mexican trees and forests. *Annals of Forest Science*. 72: 835–864.
- CALCBOSK Equation Database. Recurso en línea en: https://climateregistry.sharepoint.com/:x/g/EX15E8LwQA1BjkQUMSbj0sABcuWXdOKBu5il4N4WRDdc0Q?rttime=rA_xXzdy2Ug.

Dichos modelos hacen uso del método directo, donde se obtienen los resultados de la biomasa forestal (en kilogramos). Posteriormente, los resultados se convierten a toneladas y se les aplica el factor de conversión de Carbono (0.5), como lo indican 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 del CUSTF.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

En la Tabla 61 se enlistan las ecuaciones alométricas que fueron utilizadas para cada una de las especies forestales que se identificaron en el sitio del proyecto:

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula Alométrica
1	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
2	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	$(\text{Exp}(-1.291) * DN ^ 2.178)$
3	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	$(\text{Exp}(-1.291) * DN ^ 2.178)$
4	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
5	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	$21.297 - 6.953 * (DN) + 0.74 * DN ^ 2$
6	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	$(0.064808 * (DN)^{2.46998})$
7	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	$(0.064808 * (DN)^{2.46998})$
8	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	$(0.064808 * (DN)^{2.46998})$
9	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	$(0.4125 + (0.0421 * (DN) ^ 2 * (H)))$
10	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	$[0.0841] * [DN^{2.41}]$
11	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
12	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
13	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	$(0.048454 * (DN) ^ 2.58164)$
14	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$(0.232435 * DN^{2.21906})$
15	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
16	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	$(0.5825 * DN ^ 1.6178)$
17	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
18	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
19	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	$(\text{Exp}[-1.527] * [DN^{2.056}])$
20	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
21	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
22	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
23	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	$0.022 * ((DN) ^ 2.920)$
24	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	$0.022 * ((DN) ^ 2.920)$
25	<i>Tecoma stans</i>	Candox	$0.0530 * (((DN)^{(2)}) * ((H)^{(0.7)}))^{(1.0072)}$
26	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
27	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	$(0.0465) * (DN ^ 2) * H$
28	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	$(0.0841 * (DN)^{2.41})$
29	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	$1.94053 + (-0.96372 * (DN)) + 0.32405 * ((DN)^{(2)}) + 0.0037 * ((DN)^{(3)})$
30	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	$(0.00166 * (DN)^{3.6586})$

Tabla 61. Fórmulas para la estimación de biomasa por especie.

La aplicación de las fórmulas expuestas en la Tabla 1 en relación con el área de CUSTF se exponen en las Tablas siguientes:

Nombre Científico	Núm. de individuos	Biomasa		Carbono (Ton)	Individuos Totales en el CUSTF	Carbono Total CUSTF (Ton)
		Kg	Ton			
<i>Acacia collinsii</i>	3	21.810	0.022	0.011	14	0.346
<i>Acacia farnesiana</i>	6	173.952	0.174	0.087	27	2.760
<i>Acacia pennatula</i>	83	7712.627	7.713	3.856	376	122.361
<i>Albizia tomentosa</i>	4	252.892	0.253	0.126	18	4.012

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Núm. de individuos	Biomasa		Carbono (Ton)	Individuos Totales en el CUSTF	Carbono Total CUSTF (Ton)
		Kg	Ton			
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	55	1718.055	1.718	0.859	249	27.257
<i>Bursera excelsa</i>	12	325.886	0.326	0.163	54	5.170
<i>Bursera grandifolia</i>	2	25.765	0.026	0.013	9	0.409
<i>Bursera simaruba</i>	36	967.885	0.968	0.484	163	15.356
<i>Cedrela odorata</i>	2	15.981	0.016	0.008	9	0.254
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	4.067	0.004	0.002	5	0.065
<i>Eugenia acapulcensis</i>	1	9.151	0.009	0.005	5	0.145
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	17	602.328	0.602	0.301	77	9.556
<i>Fraxinus purpusii</i>	13	1089.794	1.090	0.545	59	17.290
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	189.431	0.189	0.095	45	3.005
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	66	1882.372	1.882	0.941	299	29.864
<i>Leucaena leucocephala</i>	24	480.999	0.481	0.240	109	7.631
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	9	166.045	0.166	0.083	41	2.634
<i>Lysiloma acapulcense</i>	2	54.948	0.055	0.027	9	0.872
<i>Lysiloma divaricatum</i>	4	228.897	0.229	0.114	18	3.631
<i>Mimosa tenuiflora</i>	9	111.027	0.111	0.056	41	1.761
<i>Montanoa tomentosa</i>	54	835.122	0.835	0.418	245	13.249
<i>Sinclairia glabra</i>	3	28.088	0.028	0.014	14	0.446
<i>Swietenia humilis</i>	3	75.783	0.076	0.038	14	1.202
<i>Tabernaemontana glabra</i>	3	27.175	0.027	0.014	14	0.431
<i>Tecoma stans</i>	15	207.216	0.207	0.104	68	3.287
<i>Trema micrantha</i>	2	25.251	0.025	0.013	9	0.401
<i>Trichilia hirta</i>	1	8.370	0.008	0.004	5	0.133
<i>Verbesina abscondita</i>	2	13.219	0.013	0.007	9	0.210
<i>Xylosma flexuosa</i>	1	5.686	0.006	0.003	5	0.090
<i>Zanthoxylum fagara</i>	7	6.294	0.006	0.003	32	0.100
Total	450	17266.116	17.266	8.633	2,040	273.927

Tabla 62. Cálculo de carbono total almacenado en la superficie de CUSTF.

Así, se determina que en la superficie de 1.2692 Ha propuesta para cambio de uso de suelo, representa un total de **273.927 Ton** de carbono aéreo almacenado.

Para obtener el carbono bajo el suelo o de las raíces, se siguieron lo establecido como “buenas prácticas” del IPCC, iniciando con la estimación de la biomasa bajo el suelo con las ecuaciones alométricas específicas para tal fin. Por el uso del suelo del proyecto, se aplica la ecuación de bosques tropicales:

$$Y = EXP(-1.0587 + 0.8836(\ln(C_{BA})))$$

Dónde:

Y= biomasa bajo el suelo

C_{BA}= Carbono en la biomasa aérea (Ton/Ha)

Aplicando la fórmula anterior a la biomasa aérea calculado, se obtiene lo siguiente:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$Y = EXP(-1.0587 + 0.8836(\ln(273.927))) = 2.864$$

Se obtiene una biomasa bajo el suelo de 2.928 Ton. En seguida, se aplica nuevamente el factor de conversión de Carbono (0.5) en conformidad con las directrices propuestas por el IPCC, obteniendo un que en el área de CUSTF se almacena un total de 1.432 Ton de carbono bajo el suelo.

Tomando en cuenta los valores de carbono aéreo y bajo el suelo, se determinó que en la superficie de 1.2692 Ha propuesta para cambio de uso de suelo, representa un total de **275.359 Ton** de carbono almacenado, mismas que deberán ser recuperadas mediante las medidas de prevención establecidas.

5.13.2.2.1. Compensación por la pérdida de carbono

La medida de prevención a establecer para recuperar el Carbono que será liberado producto de la remoción de la cobertura vegetal en el área de Proyecto será la Reforestación, la cual se propone su ejecución en una superficie de 3.00 Ha en un área desprovista de vegetación.

A fin de demostrar que dicha actividad podrá compensar la pérdida de carbono por las actividades del proyecto, se realizó la estimación del incremento de la biomasa y de carbono anualmente a través de ecuaciones alométricas y de los valores de crecimiento anual de las especies consideradas para la reforestación.

Como se mencionó en el Capítulo 8, se consideran 6 especies para la reforestación. Para el cálculo del carbono que será almacenado año con año por los individuos considerados, se recopilaron las ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa.

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Fórmula Alométrica
1	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	$(0.232435 * (DAP)^{2.21906})$
2	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	$(0.064808 * (DAP)^{2.46998})$
3	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	$(0.5825 * (DAP)^{1.6178})$
4	<i>Gliricidia sepium</i>	Mataratón	$(0.1185 * (DAP)^2)$
5	<i>Tabebuia rosea</i>	Matiliguaste	$0.1138 * (DAP)^{2.3513}$
6	<i>Tabebuia donnell smithii</i>	Primavera	$0.0530 * (((dia)^2) * ((alt)^{0.7}))^{(1.0072)}$

Tabla 63. Ecuaciones alométricas de las especies que serán utilizadas en la reforestación.

Asimismo, de manera bibliográfica, se obtuvieron las tasas de crecimiento anual de DAP para cada una de ellas, que nos permitirá realizar los cálculos anuales:

Nombre científico	Tasa de crecimiento anual		Fuente
	DAP (cm/año)	Altura (m/año)	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.75	2.65	Francis, et, al. (2000)
<i>Bursera simaruba</i>	0.28	1.02	Francis, et, al. (2000)
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.50	2.00	Francis, et, al. (2000)
<i>Gliricidia sepium</i>	2.70	2.35	Montero, et, al. (2011)
<i>Tabebuia rosea</i>	0.60	0.88	López, et, al. (2010)
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	2.00	1.75	Francis, et, al. (2000)

Tabla 64. Valores de crecimiento anual del DAP de las especies a reforestar.

Con los valores de la Tabla 5, se estimaron los DAP de 1 a 15 años de las especies propuestas para la reforestación:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

No. de Especie	DAP (cm/año)	DAP (cm)							
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
1	0.75	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00
2	0.28	0.28	0.56	0.84	1.12	1.40	1.68	1.96	2.24
3	1.50	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00
4	2.70	2.70	5.40	8.10	10.80	13.50	16.20	18.90	21.60
5	0.60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80
6	2.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00

Tabla 65. DAP estimado de las especies para la reforestación (años 1 al 8).

No. de Especie	DAP (cm/año)	DAP (cm)							
		Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	
1	0.75	6.75	7.50	8.25	9.00	9.75	10.50	11.25	
2	0.28	2.52	2.80	3.08	3.36	3.64	3.92	4.20	
3	1.50	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50	
4	2.70	24.30	27.00	29.70	32.40	35.10	37.80	40.50	
5	0.60	5.40	6.00	6.60	7.20	7.80	8.40	9.00	
6	2.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00	30.00	

Tabla 66. DAP estimado de las especies para la reforestación (años 9 al 15).

En el caso particular del proyecto, únicamente la ecuación alométrica de la especie *Tabebuia donnell smithii* requiere el valor de altura, por lo que se tiene los valores siguientes:

No. de Especie	Altura (m/año)	Altura (m)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	1.75	1.75	3.50	5.25	7.00	8.75	10.50	12.25	14.00	15.75	17.50	19.25	21.00	22.75	24.50	26.25

Tabla 67. Altura estimada de *Tabebuia donnell smithii* (años 1 al 15).

Con dichos valores, se realizó la estimación de la biomasa con las ecuaciones enlistadas en la Tabla 5:

Nombre científico	Biomasa (kg)							
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.123	0.572	1.405	2.661	4.366	6.544	9.213	12.390
<i>Bursera simaruba</i>	0.003	0.015	0.042	0.086	0.149	0.233	0.342	0.475
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.122	3.445	6.638	10.573	15.169	20.374	26.144	32.449
<i>Gliricidia sepium</i>	0.864	3.455	7.775	13.822	21.597	31.099	42.329	55.287
<i>Tabebuia rosea</i>	0.034	0.175	0.453	0.892	1.507	2.313	3.323	4.549
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	0.318	2.092	6.303	13.781	25.283	41.510	63.127	90.766

Tabla 68. Biomasa en Kilogramos (años 1 al 8).

Nombre científico	Biomasa (kg)						
	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
<i>Guazuma ulmifolia</i>	16.091	20.329	25.117	30.467	36.388	42.893	49.989
<i>Bursera simaruba</i>	0.635	0.824	1.043	1.293	1.576	1.892	2.244
<i>Leucaena leucocephala</i>	39.260	46.556	54.318	62.528	71.173	80.238	89.713
<i>Gliricidia sepium</i>	69.973	86.387	104.528	124.397	145.993	169.318	194.370
<i>Tabebuia rosea</i>	6.001	7.688	9.619	11.803	14.247	16.959	19.946
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	125.034	166.518	215.788	273.395	339.879	415.766	501.570

Tabla 69. Biomasa en Kilogramos (años 9 al 15).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Se prosigue a convertir la biomasa de kilogramos a toneladas:

Nombre científico	Biomasa (Ton)							
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.000123	0.00057	0.00141	0.00266	0.00437	0.00654	0.00921	0.01239
<i>Bursera simaruba</i>	0.000003	0.00002	0.00004	0.00009	0.00015	0.00023	0.00034	0.00048
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.001122	0.00344	0.00664	0.01057	0.01517	0.02037	0.02614	0.03245
<i>Gliricidia sepium</i>	0.000864	0.00346	0.00777	0.01382	0.02160	0.03110	0.04233	0.05529
<i>Tabebuia rosea</i>	0.000034	0.00017	0.00045	0.00089	0.00151	0.00231	0.00332	0.00455
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	0.000318	0.00209	0.00630	0.01378	0.02528	0.04151	0.06313	0.09077

Tabla 70. Biomasa en toneladas (años 1 al 8).

Nombre científico	Biomasa (Ton)						
	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.01609	0.02033	0.02512	0.03047	0.03639	0.04289	0.04999
<i>Bursera simaruba</i>	0.00064	0.00082	0.00104	0.00129	0.00158	0.00189	0.00224
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.03926	0.04656	0.05432	0.06253	0.07117	0.08024	0.08971
<i>Gliricidia sepium</i>	0.06997	0.08639	0.10453	0.12440	0.14599	0.16932	0.19437
<i>Tabebuia rosea</i>	0.00600	0.00769	0.00962	0.01180	0.01425	0.01696	0.01995
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	0.12503	0.16652	0.21579	0.27340	0.33988	0.41577	0.50157

Tabla 71. Biomasa en toneladas (años 9 al 15).

Los valores anteriores fueron generados por individuo, por lo que es necesario multiplicar por los individuos que se planean reforestar. Para el área de 3.00 Ha, con un diseño de siembra de tres-bolillo con una distancia de 3 metros y una densidad de 1,111 individuos/ha, se requieren de 3,849 plantas para la reforestación:

Nombre científico	Individuos a reforestar	Biomasa total (Ton)							
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	641	0.079	0.366	0.901	1.706	2.799	4.194	5.905	7.942
<i>Bursera simaruba</i>	641	0.002	0.010	0.027	0.055	0.095	0.150	0.219	0.305
<i>Leucaena leucocephala</i>	641	0.720	2.208	4.255	6.777	9.724	13.060	16.758	20.800
<i>Gliricidia sepium</i>	641	0.554	2.215	4.984	8.860	13.843	19.935	27.133	35.439
<i>Tabebuia rosea</i>	641	0.022	0.112	0.291	0.571	0.966	1.483	2.130	2.916
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	644	0.205	1.348	4.059	8.875	16.282	26.733	40.654	58.453
Total	3849	1.580	6.259	14.516	26.844	43.709	65.554	92.800	125.854

Tabla 72. Biomasa total derivada del total de individuos para la reforestación (años 1 al 8).

Nombre científico	Individuos a reforestar	Biomasa total (Ton)						
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
<i>Guazuma ulmifolia</i>	641	10.314	13.031	16.100	19.529	23.325	27.494	32.043
<i>Bursera simaruba</i>	641	0.407	0.528	0.669	0.829	1.010	1.213	1.438
<i>Leucaena leucocephala</i>	641	25.166	29.842	34.818	40.081	45.622	51.433	57.506
<i>Gliricidia sepium</i>	641	44.853	55.374	67.002	79.738	93.582	108.533	124.591
<i>Tabebuia rosea</i>	641	3.847	4.928	6.166	7.566	9.132	10.871	12.785
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	644	80.522	107.238	138.967	176.067	218.882	267.753	323.011
Total	3849	165.108	210.941	263.722	323.809	391.553	467.296	551.375

Tabla 73. Biomasa total derivada del total de individuos para la reforestación (años 9 al 15).

Con los datos de las Tablas 72 y 73, y aplicando el factor de conversión, se obtiene el carbono aéreo almacenado total:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre científico	Carbono (Ton)							
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.039	0.183	0.450	0.853	1.399	2.097	2.953	3.971
<i>Bursera simaruba</i>	0.001	0.005	0.014	0.027	0.048	0.075	0.109	0.152
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.360	1.104	2.128	3.389	4.862	6.530	8.379	10.400
<i>Gliricidia sepium</i>	0.277	1.107	2.492	4.430	6.922	9.967	13.567	17.720
<i>Tabebuia rosea</i>	0.011	0.056	0.145	0.286	0.483	0.741	1.065	1.458
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	0.102	0.674	2.029	4.438	8.141	13.366	20.327	29.227
Total	0.790	3.129	7.258	13.422	21.855	32.777	46.400	62.927

Tabla 74. Carbono aéreo total almacenado en las especies de reforestación (años 1 al 8).

Nombre científico	Carbono (Ton)						
	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.157	6.515	8.050	9.765	11.662	13.747	16.021
<i>Bursera simaruba</i>	0.204	0.264	0.334	0.414	0.505	0.607	0.719
<i>Leucaena leucocephala</i>	12.583	14.921	17.409	20.040	22.811	25.716	28.753
<i>Gliricidia sepium</i>	22.426	27.687	33.501	39.869	46.791	54.266	62.295
<i>Tabebuia rosea</i>	1.923	2.464	3.083	3.783	4.566	5.435	6.393
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	40.261	53.619	69.484	88.033	109.441	133.877	161.506
Total	82.554	105.471	131.861	161.904	195.776	233.648	275.687

Tabla 75. Carbono aéreo total almacenado en las especies de reforestación (años 9 al 15).

Con los datos anteriores, se calcula la biomasa bajo el suelo con la ecuación para bosques tropicales, y el carbono subterráneo:

Año	Biomasa bajo el suelo (Ton)	Factor de conversión	Carbono bajo el suelo (Ton)
1	0.751	0.5	0.376
2	1.967	0.5	0.984
3	2.711	0.5	1.355
4	3.254	0.5	1.627
5	3.685	0.5	1.842
6	4.043	0.5	2.021
7	4.350	0.5	2.175
8	4.619	0.5	2.310
9	4.859	0.5	2.430
10	5.076	0.5	2.538
11	5.273	0.5	2.636
12	5.454	0.5	2.727
13	5.622	0.5	2.811
14	5.778	0.5	2.889
15	5.925	0.5	2.962

Tabla 76. Biomasa y carbono bajo el suelo por año.

De esta manera, se obtiene el carbono total almacenado por la reforestación en una superficie de 3.00 Ha:

Carbono	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Aéreo	0.790	3.129	7.258	13.422	21.855	32.777	46.400	62.927
Bajo el suelo	0.376	0.984	1.355	1.627	1.842	2.021	2.175	2.310
Total	1.166	4.113	8.613	15.049	23.697	34.798	48.575	65.237

Tabla 77. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 1 al 8).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Carbono	Años						
	9	10	11	12	13	14	15
Aéreo	82.554	105.471	131.861	161.904	195.776	233.648	275.687
Bajo el suelo	2.430	2.538	2.636	2.727	2.811	2.889	2.962
Total	84.984	108.008	134.497	164.632	198.588	236.537	278.649

Tabla 78. Carbono total almacenado en la superficie de reforestación (años 9 al 15).

Como se observa en las Tabla 77 y 78, con el paso de los años se muestra un aumento en los valores de carbono resultantes de la reforestación, siendo en el año 15 cuando se compensa el carbono perdido por las actividades de CUSTF del proyecto en estudio, como puede apreciarse en la Tabla 79:

Carbono	Déficit de carbono resultante del CUSTF	Carbono almacenado en la Reforestación (Año 15)	Diferencia
Aéreo	273.927	275.687	1.760
Bajo el suelo	1.432	2.962	1.530
Total	275.359	278.649	3.290

Tabla 79. Comparación en los valores de carbono por actividades compensatorias.

Lo presentado en la Tabla 79 se refuerza al tomar en cuenta las diferencias en la densidad de población en ambas zonas de estudio.

Derivado del cálculo de volumen en el CUSTF presentado en el Capítulo 8, se determinó una densidad de población de 1,607 individuos/Ha para el arbolado (Tabla 80).

Nombre Científico	Nombre Común	Núm. por sitio	Núm. por hectárea
<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.429	11
<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	0.857	21
<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	11.857	296
<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.571	14
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	7.857	196
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	1.714	43
<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.286	7
<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	5.143	129
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.286	7
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.143	4
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.143	4
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	2.429	61
<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	1.857	46
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	1.429	36
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	9.429	236
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	3.429	86
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	1.286	32
<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.286	7
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.571	14
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	1.286	32
<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	7.714	193
<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.429	11
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.429	11
<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.429	11
<i>Tecoma stans</i>	Candox	2.143	54
<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.286	7

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Nombre Científico	Nombre Común	Núm. por sitio	Núm. por hectárea
<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.143	4
<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.286	7
<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.143	4
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	1.000	25
Totales		64.286	1,607

Tabla 80. Número de árboles en el área de CUSTF.

Por su parte, la reforestación cuenta con una densidad de 1,111 individuos/Ha. Se tiene entonces que la densidad es mayor en el área del proyecto y dicha diferencia es un factor importante en la temporalidad proyectada en que la reforestación compensará la pérdida de carbono, tomando una cantidad considerable de años para ello.

Tomando en cuenta lo antes presentado, se considera que el proyecto cumple con lo indicado en el Párrafo Primero del Artículo 93 de la LFDGS, en donde se indica que *“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.”*

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 (Artículo 3°, fracción IV) como sigue:

“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 la fauna y, dependiendo de sus condiciones de salud y vitalidad y, en última instancia, de la manera en que es gestionado y protegido, asegura su propia perpetuación mediante el funcionamiento de los procesos ecológicos (Gottle y Sène, 1997). Teniendo como base lo antes citado y considerando la zona donde se pretende la construcción de la obra, puede señalarse que la integridad de la biodiversidad se verá amenazada de forma considerable, por ello se hace necesario instrumentar medidas tendientes a minimizar tal efecto o bien a compensar los impactos.

En lo que respecta a la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSA/SBC) presente en el área del proyecto, únicamente se detectó una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III: el Cedro (*Cedrela odorata*) incluida en la Categoría de *Bajo Protección Especial*.

Por lo cual, se deben tomar diversas medidas para la protección de la flora presente en la zona. Las medidas que serán necesarias implementar en el área del proyecto serán:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- La colecta y comercialización de las especies vegetales, estén estas o no en la NOM-059, quedará prohibida a todo el personal que labore en el proyecto.
- Se ejecutarán actividades de rescate y reubicación, con la finalidad de conservar la abundancia de especies, en especial de aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.
- 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, del registro total para el área de CUSTF se encontró una especie en algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010: la Iguana cola espinosa del golfo (*Ctenosaura acanthura*), incluida en la Categoría de *Bajo Protección Especial*. Es por esto que se plantean las actividades siguientes, que serán necesarias como medidas de prevención en el área del proyecto:

- 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 y programadas en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna del presente DTU-B.

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 suelos que fueron degradados con anterioridad. La presencia de árboles y arbustos impiden la erosión de los suelos, ya que sus raíces ayudan a prevenir deslaves.

En las zonas deforestadas, 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, provocando que sean menos profundos y aumentando 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 (tamaño de la cuenca, la geología, topografía, usos de suelo). No obstante, la principal causa de la sedimentación en las partes bajas de la cuenca es el cambio de uso de suelo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 el Capítulo 4, 5 y 8 de este documento.

De esta manera, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La Erosión Laminar Actual (Hídrica y Eólica) Actual en el sitio de CUSTF es de 186.83 Ton/Año, que se clasifica como una Erosión Alta, es decir, entre 100 y 200 Ton/Año.
- Después de haber realizado el CUSTF, dicha erosión ascendería a 410.55 Ton/Año.
- Por consiguiente, se obtendría una diferencia de **223.72 Ton/Año**, misma cantidad que será mitigada y/o compensada.

Para garantizar la conservación de este servicio ambiental se proponen acciones de conservación, las mismas fueron cuantificadas en el Programa de Reforestación, descrito en el Capítulo 8 del este documento, 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

Puesto que el área del proyecto quedará desprovista de vegetación, no podrá realizar la función de amortiguamiento de los fenómenos naturales que ocurran dentro del mismo, sin embargo, la vegetación aledaña al área de CUSTF presenta el mismo tipo a la que se elimina (VSa/SBC), la cual continuará realizando dicha función.

Por lo tanto, se recomienda la correcta y oportuna aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales abordados en el Capítulo 10.

5.13.2.6. Paisaje y recreación

La vegetación VSa/SBC ofrece un panorama considerable de belleza escénica en la zona del proyecto, que se encuentra ampliamente representada por el paisaje urbano impactado. Estos paisajes cambiarán dando paso a áreas transformadas para el establecimiento de bodegas, en una zona con incidencia antropogénica, por lo que su futuro desarrollo no provocará cambios radicales en el paisaje, ya que cuenta con la capacidad de absorber los cambios introducidos por las actividades del proyecto.

Asimismo, el proyecto contempla áreas verdes que buscan la conservación de la vegetación existente que agregará a la estética del futuro proyecto habitacional y disminuirán el contraste que el proyecto habitacional pueda generar.

Las superficies donde se implemente la reubicación de la Flora que se rescate del área sujeta a CUSTF presenta 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

Aunque el arbolado 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.

Bajo el contexto anterior y considerando que el proyecto comprende el CUSTF en áreas semi-urbanizadas, puede señalarse en términos generales que este servicio se verá alterado, sobre todo por el tránsito vehicular y la presencia antropogénica.

5.13.2.8. Modulación o regulación climática

Es evidente que al no existir una cubierta arbórea que refleje los rayos solares, estos entran de forma directa al sotobosque modificando las condiciones del microclima. La alteración a este servicio ambiental será perceptible a nivel local, y de manera puntual, ya que únicamente se afectará una fracción del predio.

5.13.2.9. Generación de oxígeno

A pesar de no ser el elemento más abundante, el oxígeno es el elemento químico predominante en la tierra, constituyendo el 23% del peso del aire. Al ser componente del aire, el oxígeno mantiene la vida sobre la tierra. Su disminución en el entorno puede provocar trastornos graves en los seres vivos. Por lo tanto, este elemento es indiscutiblemente necesario para todos los organismos vivos, con excepción de algunas bacterias.

Respecto a la importancia de los bosques en la generación de 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 1.2692 Ha por el CUSTF, se dejarían de capturar entre 2.5394 y 5.0768 toneladas de oxígeno. Es importante recalcar que no existen metodologías precisas que permitan estimar de forma cuantitativa el valor de este servicio ambiental, pues existen numerosas variables que deben considerarse para generar un modelo.

5.13.3. Determinar el grado de afectación o de reducción de los servicios ambientales, indicando si es a nivel de la cuenca o del área de influencia del proyecto

Con relación a lo expresado en los apartados previos, el área de estudio contempla una superficie de 1.2692 Ha para cambio de uso de suelo, y los servicios ambientales que se verán alterados solo impactarán de manera puntual y localizadas a lo que se refiere a la poligonal del proyecto, por lo que el grado de afectación de acuerdo a los servicios ambientales se describen en la Tabla 81.

Servicios ambientales	Grado de afectación	Área de impacto
Servicios hidrológicos	Mayor	Área de estudio y Sistema Ambiental
Captura de carbono	Mayor	Área de estudio y Sistema Ambiental
Biodiversidad	Mayor	Área de estudio
Suelos	Mayor	Área de estudio y Sistema Ambiental

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Paisaje y recreación	Menor	Área de estudio
Aire	Menor	Área de estudio
Regulación climática	Menor	Área de estudio
Oxígeno	Menor	Área de estudio

Tabla 81. Grado de afectación de los servicios ambientales.

Debemos recalcar que de acuerdo a las alteraciones que se lleven a cabo en el área del proyecto afectarán en gran medida, y en algunos casos al Sistema Ambiental como se describen en los puntos anteriores.

5.13.4. Los servicios ambientales a considerar y analizar son los que establece el Artículo 7 fracción LXI de la LGDFS

La definición de Servicios Ambientales se ha establecido en la LGDFS, en el Artículo 7º, Fracción LXI, de la siguiente manera:

“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. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono”.

A lo largo del presente Capítulo se han analizado los beneficios ecosistémicos referentes a lo expuesto en la Tabla 82:

Categoría	Servicios Ambientales	Área de Impacto
Provisión	Servicios Hidrológicos	Área de estudio y Sistema Ambiental
	Captura de Carbono	Área de estudio y Sistema Ambiental
	Biodiversidad	Área de estudio
	Suelos	Área de estudio y Sistema Ambiental
	Oxígeno	Área de estudio
	Aire	Área de estudio
Regulación	Regulación Climática	Área de estudio
Culturales	Paisaje y Recreación	Área de estudio

Tabla 82. Tipos de Servicios Ambientales analizados

5.14. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El Proyecto consiste en la ejecución del CUSTF para la construcción y operación de un complejo industrial en el Municipio de Berriozábal, 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 conectados al resto del municipio, como un punto logístico ideal para los servicios que pretende ofertar.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

La superficie solicitada presenta Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, es decir, vegetación forestal, 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 del complejo industrial.

En cuanto a las características físicas abióticas del sitio, estas son favorables para el tipo de actividad que busca ejecutar el Proyecto, es decir, sin climas extremos, suelos llanos, y con conexión a las principales carreteras que conectan a los municipios de Chiapas. 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 desarrollo del proyecto generará un sustento económico y empleos temporales, así como permanentes para la población de Berriozábal, así como la mejora en los vínculos comerciales de la región, aportando a la economía local y regional, por lo que el proyecto es viable en el ámbito socioeconómico.

Del mismo modo, el paisaje de la zona en la que se ubica ha sido modificado hacia un uso urbano que hace que su diversidad biótica sea escasa en diversos puntos. Debido a que el proyecto es de carácter puntual no se considera que exista un impacto que ponga en riesgo alguna especie o población distinta.

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, así como la implementación de un Programa de Reforestación para la disminución de la erosión hídrica y eólica, la compensación en el déficit de la infiltración y de la captura de carbono.

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 MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

CAPÍTULO 6. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

ÍNDICE

Capítulo 6. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales	1
6.1. Identificación de Impactos	1
6.2.1. Metodología	2
6.3. Caracterización de los impactos	2
6.3.1. Metodología para la valoración de los impactos ambientales	3
6.5. Valoración de impactos ambientales	10
6.5.1. Análisis de los impactos ambientales	10
6.6. Conclusiones	10

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Actividades generadoras de impactos ambientales.</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2. Matrices utilizadas en la identificación y evaluación de impactos.</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 3. Criterios para calificación de impactos ambientales.</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 3. Criterios de valorización.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 5. Componentes Ambientales del Entorno Afectado.</i>	<i>9</i>

Capítulo 6. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

6.1. Identificación de Impactos

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 conduzcan 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 márgenes tolerables y fácilmente asimilables sobre la base de la capacidad de sustentación del medio.

El análisis implementado para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del presente proyecto se aprecia a manera de consideraciones que se obtienen de forma determinativa a partir de la realización de las matrices de impactos, de su ponderación y comparación y de su síntesis.

El estudio realizado se basó en la 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, así como en el 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.

Además, se realizó el análisis de las interacciones del proyecto y el ambiente considerando las acciones generadoras y áreas ambientales potencialmente receptoras del impacto; aunado a la verificación en campo de las condiciones del medio y de los rangos específicos del terreno, de acuerdo con las características del Proyecto.

Conjuntamente, se realizaron muestreos para la localización e identificación de recursos susceptibles de alteración como podría ser el caso de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

6.2.1. Metodología

Con toda la información recopilada y de acuerdo con el tipo de proyecto a evaluar se procedió a realizar el análisis de las actividades que conforman al mismo en sus diferentes etapas, así como la descripción tanto del proceso de remoción vegetal, como del entorno afectado.

Las actividades que se consideran como generadoras de impactos ambientales en el área del Proyecto se presentan en la Tabla 1.

Etapas	Actividad
Preparación del Sitio	Trazo y delimitación del área del Proyecto
	Rescate y reubicación de flora y fauna de interés
	Medición, cuantificación y marcaje de arbolado a derribar
	Desmonte y deshierbe de vegetación
	Derribo y desrame de arbolado
	Troceo y aprovechamiento de los productos maderables
	Despalme de la vegetación
	Medidas de prevención, mitigación y compensación
Construcción	Delimitación y trazo del puente
	Nivelación del terreno
	Acarreo de materiales de construcción
	Fabricación y montaje de estructura de acero
	Cimbrado y descimbrado
	Construcción y curado de losas
	Construcción y establecimiento de concreto hidráulico
	Obras de drenaje
Abandono del Sitio	Rellenos
	Limpieza general y retiro de maquinaria
Operación y Mantenimiento	Operación de obras
	Mantenimiento de obras
	Vigilancia del Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Tabla 1. Actividades generadoras de impactos ambientales.

6.3. Caracterización de los impactos

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se utilizó el método de matriz causa-efecto (**CONESA-VITORA**), la cual se deriva de las matrices 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, asignando un valor de importancia a cada impacto ambiental potencial.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Una vez definidos los dos elementos principales (actividades del proyecto y componentes ambientales) se procede a elaboración de las matrices de:

- Identificación de Impactos.
- Cribada de Impactos.
- Valoración.
- Importancia Final.

6.3.1. Metodología para la valoración de los impactos ambientales

A continuación, se describe el procedimiento a seguir para la integración de las matrices mencionadas y, posteriormente, la evaluación de los impactos ambientales mediante el uso de estas.

Matriz	Descripción
Identificación de impactos	Es de tipo causa-efecto y consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes, y dispuestas en filas, los factores ambientales susceptibles de recibir impactos (Conesa-Vitora, 1993). Para su ejecución será necesario identificar las acciones que puedan causar impactos sobre una serie de factores del medio, es decir, determinar la matriz de identificación de efectos. La Matriz 1 nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del proyecto en el medio, para posteriormente, obtener una valoración de estos para cada periodo de interés.
Cribada de impactos	Durante la realización de la Matriz 1, podemos encontrar que existen interacciones que no tienen efectos significativos, por lo que lo mejor es que sean descartadas para evitar matrices de gran tamaño con información innecesaria, conservando aquellas que necesiten de un análisis a detalle que presenten una probabilidad de impacto mayor
Valoración	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 cribada de impacto (Matriz 2) 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 determinar la importancia del impacto de cada elemento tipo, con base al algoritmo (Tabla 4), estamos construyendo la matriz de valoración (Matriz 3)
Importancia final	Finalmente, se construye la Matriz 4 de importancia final con impactos que tienen un valor igual o superior a 25.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Matriz	Descripción
	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

Tabla 2. Matrices utilizadas en la identificación y evaluación de impactos.

En seguida, se presentan los criterios estipulados para la calificación de los impactos ambientales potenciales.

Impacto Ambiental	Signo	Positivo (+)		Negativo (-)
	Grado de Incidencia			Intensidad
	Valor	Importancia	Caracterización	◆ Extensión
				◆ Plazo de manifestación
		◆ Persistencia		
		◆ Reversibilidad		
◆ Sinergia				
◆ Acumulación				
◆ Efecto				
◆ Periodicidad				
◆ Recuperabilidad				
Magnitud	Cantidad			
	Calidad			

Tabla 3. Criterios para calificación de impactos ambientales.

La descripción de los atributos que conforman las matrices de evaluación son descritos a continuación:

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 (% 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

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 irrecuperables.

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 Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es 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 irrecuperable, 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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).

Importancia del Impacto (I): Se refiere a la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce en función del valor asignado a los símbolos considerados, mediante la siguiente ecuación:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Cuando presente valores intermedios (entre 40 y 60) se da alguna de las siguientes circunstancias:

- ◆ Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- ◆ Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- ◆ Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ♦ Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Para la matriz de importancia final se tiene en cuenta los siguientes criterios

- Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles.
- Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- Serán severos cuando la importancia entre 50 y 75.
- 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.

Criterios de Evaluación					
Naturaleza		Efecto (EF)		Reversibilidad (RV)	
Impacto benéfico	+	Indirecto (secundario)	1	Corto plazo	1
Impacto perjudicial	-	Directo	4	Medio plazo	2
				Irreversible	4
Extensión (EX)		Recuperabilidad (MC)		Acumulación (AC)	
Puntual	1	Recuperable de Manera	1	Simple	1
Parcial	2	Inmediata	2	Acumulativo	4
Extenso	4	Recuperable a Mediano plazo	4		
Total	8	Mitigable	8		
Crítica*	(4)	Irrecuperable			
Persistencia (PE)		Momento (MO)		Periodicidad (PR)	
Fugaz	1	Largo plazo	1	Irregular o discontinuo	1
Temporal	2	Medio plazo	2	Periódico	2
Permanente	4	Inmediato (o corto plazo)	4	Continuo	4
		Crítico**	1-4		
Sinergia (SI)		Intensidad (I)		Importancia (I)	
Sin sinergismo/Simple	1	Baja	1	$I = \pm (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+ MC)$	
Sinérgico	2	Media	2		
Muy sinérgico	4	Alta	4		
		Muy alta	8		
		Total	12		

* Se adicionará de 4 unidades por encima del que le correspondería si la acción se produce en un lugar crítico.

**Se adicionará un valor de uno a cuatro unidades por encima del valor correspondiente si ocurre una circunstancia que hiciera crítico el momento del impacto.

Tabla 4. Criterios de valorización.

6.3.1.1. Caracterización de los Impactos e Indicadores

Tomando en cuenta las condiciones del sitio y las características del proyecto y sus diversas etapas, a continuación, se presentan las actividades susceptibles a causar impactos ambientales y los elementos ambientales a los que serán dirigidos:

♦ **Atmósfera**

La introducción y uso de vehículos y maquinaria, junto a la remoción del suelo podría aumentar los niveles de partículas y gases contaminantes en la atmósfera. Además, la presencia temporal de vehículos, maquinaria y personal que labore traerá consigo un incremento en el nivel de ruidos a nivel puntual.

Indicadores: Niveles de partículas suspendidas totales, Emisiones de gases de efecto invernadero, niveles de ruido.

♦ **Geomorfología**

Debido a que se realizarán actividades destinadas a modificar el estado original del suelo, existirán pérdida y modificación del mismo durante el CUSTF.

Indicadores: Relieve.

♦ **Suelos**

Dada la pérdida del suelo natural como capa protectora, se verá un aumento en el índice de erosión, así como un cambio completo en el uso del suelo.

Indicadores: Usos del suelo, índice de erosión laminar, características físicas del suelo.

♦ **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 el cambio de uso del suelo.

Indicadores: existencia de escurrimientos superficiales, calidad del agua, índice de infiltración.

♦ **Vegetación**

El proyecto afecta directamente a la vegetación existente en el área y su estado de conservación de la vegetación.

Indicadores: índice de diversidad, caracterización de la vegetación silvestre, existencias de individuos.

♦ **Fauna**

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Por el estado de los ecosistemas terrestres se considera que las poblaciones de fauna terrestre se encuentran estables. 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.

Indicadores: Características y tipo de especies existentes, valor comercial y/o interés cinegético, estado actual del hábitat, movilidad de las especies.

◆ **Economía**

Se refiere a la oferta que generará el proyecto sobre empleos directos y sus efectos en el desarrollo económico y social.

Indicadores: Oferta y demanda de servicios o mano de obra. Generación de empleos.

◆ **Sociedad**

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.

Indicadores: Calidad de vida, quejas de los vecinos.

En la Tabla 5 se muestran cada uno de los componentes ambientales 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 superficial y subterránea
		Flora	Estrato arbóreo
			Estrato arbustivo y herbáceo
		Fauna	Terrestre
			Aves
	Medio Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística
Medio Socioeconómico	Medio Sociocultural	Sociedad	Calidad de vida/acciones molestas
	Medio Económico	Económico	Generación de empleos

Tabla 5. Componentes Ambientales del Entorno Afectado.

6.5. Valoración de impactos ambientales

Con la metodología descrita previamente y los impactos potenciales identificados, se procede a la evaluación del impacto ambiental del proyecto por medio de Matrices de Conesa – Vitora, las cuales pueden encontrarse en el *anexo* del presente Capítulo.

6.5.1. Análisis de los impactos ambientales

A partir del desarrollo y evaluación de las matrices, se puede rescatar lo siguiente: se establecieron los factores del medio ambiente que podrían ser impactados por la ejecución de las diversas actividades que conforman el proyecto.

Con base en lo anterior, se preparó la Matriz 1: Identificación de Impactos Ambientales con 20 acciones susceptibles de causar impactos sobre 11 elementos ambientales y socioeconómicos. De esta matriz se detectaron **94 interacciones**, considerando a cada una de ellas representa un impacto potencial. En seguida, se realizó un análisis cualitativo y se depura la Matriz 1, generándose la Matriz 2: Cribada de Impactos, en la cual resultaron un total de **88 interacciones**.

Con lo anterior, se realiza un análisis cuantitativo en base al algoritmo presentado con anterioridad y con esto 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 sobrepasan el umbral mínimo de importancia (25), ya que las interacciones que presentan impactos con valores inferiores son considerados compatibles.

A raíz de lo anterior, se obtiene lo siguiente:

Se detectaron **88 interacciones**:

- ♦ **60** fueron consideradas **Impactos Moderados**.
 - De dichos impactos, **20** resultaron **negativos** y **40** **positivos**
- ♦ **28** fueron consideradas **Impactos Irrelevantes o Compatibles**.
 - De estos, se tiene un total de **26** **negativos** y **2** **positivo**.

Esto se encuentra representado en la Matriz 3: Valoración del Impacto Ambiental y en la Matriz 4: Importancia Final.

6.6. Conclusiones

Conforme a la valoración de impactos por las actividades relacionadas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se encontró que el mayor porcentaje de afectaciones al ambiente se presenta por las actividades de **desmonte y deshierbe de la vegetación, derribo y desrame de arbolado**, así como el **despalme de la vegetación**. En estas fases se muestran impactos adversos sobre la calidad del aire e incremento del nivel de ruido, se

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

produce de manera permanente el proceso de CUSTF, modificando la orden natural de un terreno con vegetación de tipo forestal, removiendo del sitio dicha vegetación y de la primera capa de suelo fértil.

Además, se le asocian afectaciones al suelo, tales como el incremento en la erosión, la alteración de los patrones de escurrimiento superficial e índices de infiltración, aunado a la pérdida de diversidad biológica puntual por el impacto del hábitat hacia la fauna, que representa una gran alteración indirecta.

Es por lo anterior, que es imperativo el rescate y reubicación de flora y fauna, como medida precautoria y de compensación para mitigar los impactos negativos hacia estas especies, mediante la aplicación de los **Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna**, que incluye entre sus actividades la reubicación, en áreas de características similares, de aquellas especies de interés que puedan encontrarse al momento de ejecutar el proyecto. Las actividades del programa presentan interacciones de carácter positivo derivado de su importancia dentro de la conservación, preservación y protección de las especies florísticas y de las comunidades de Fauna, al utilizar los árboles como su hogar y/o sitios de anidación.

El impacto relacionado a las actividades de cambio de uso de suelo forestal será permanente, tomando en cuenta que se tiene un uso proyectado para el área como espacio habitacional, sin embargo, las afectaciones de carácter negativo son mitigables, y serán controladas, prevenida o bien, compensadas, a base de diversas medidas que serán aplicadas para garantizar el equilibrio ecológico del medio ambiente en donde se localiza el proyecto. Las medidas antes mencionadas se describen a detalle en el presente DTU-B.

Por otro lado, las actividades que reflejan el mayor número de interacciones positivas son las denominadas **medidas de prevención, mitigación y compensación**, tanto su aplicación, seguimiento y mantenimiento, lo que implica que su ejecución logrará un balance entre el desarrollo del Proyecto y el medio natural en el que se ubica.

Por último, se comenta que el factor socioeconómico presenta un alto porcentaje de efectos benéficos de carácter temporal por la generación de empleos; vinculando a ello los beneficios en salud y seguridad social por la contratación realizada y el ingreso monetario.

Por lo tanto, a pesar la introducción del proyecto implique la generación de impactos significativos, se implementarán medidas de compensación y mitigación diseñadas para la disminución de su intensidad, las cuales garanticen que no se comprometerá la biodiversidad de la zona, no disminuirá la captación de agua para recarga del acuífero, no disminuirá la captación de carbono, no se provocará erosión de los suelos, entre otras. Finalmente, 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, así como las medidas de prevención, compensación y mitigación pertinentes.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

**CAPÍTULO 7. ANALISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN
FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE
USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A
LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA,
SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDRGRÁFICA, QUE PERMITA
DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE
USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

ÍNDICE

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 DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, 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.....	25
7.2. Análisis Comparativo por grupo Faunístico y por tipo de vegetación, de la abundancia absoluta y diversidad faunística a través de índices	39
7.2.1. Sistema ambiental.....	39
7.2.3. Área del proyecto.....	45
7.2.4. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia relativa del estrato arbóreo en el SA.	3
Tabla 2. Abundancia relativa del estrato arbustivo en el SA.	4
Tabla 3. Abundancia relativa del estrato herbáceo en el SA.	4
Tabla 4. Abundancia relativa de especies epífitas y no maderables en el SA.	5
Tabla 5. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbóreo en el SA.	7
Tabla 6. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbustivo en el SA.	8
Tabla 7. Densidad y Densidad Relativa del estrato herbáceo en el SA.	9
Tabla 8. Densidad y Densidad Relativa de epífitas y no maderables en el SA.	9
Tabla 9. Frecuencia y Frecuencia Relativo del estrato arbóreo en el SA.	11
Tabla 10. Frecuencia y Frecuencia relativa del estrato arbustivo en el SA.	12
Tabla 11. . Frecuencia y Frecuencia relativa del estrato herbáceo en el SA.	12
Tabla 12. Frecuencia y Frecuencia relativa de epífitas y maderables en el SA.	13
Tabla 13. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbóreo en el SA.	15
Tabla 14. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbustivo en el SA.	15
Tabla 15. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato herbáceo en el SA.	16
Tabla 16. Dominancia y Dominancia Relativa de epífitas y no maderables en el SA.	17
Tabla 17. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbóreo en el SA.	19
Tabla 18. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbustivo en el SA.	19
Tabla 19. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato herbáceo en el SA.	20

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 20. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo de epífitas y no maderables en el SA.</i>	21
<i>Tabla 21. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo en el SA.</i>	23
<i>Tabla 22. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el SA.</i>	24
<i>Tabla 23. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el SA.</i>	25
<i>Tabla 24. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el SA.</i>	25
<i>Tabla 25. Abundancia y Abundancia relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.</i>	27
<i>Tabla 26. Abundancia y Abundancia relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	27
<i>Tabla 27. Abundancia y Abundancia relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	28
<i>Tabla 28. Abundancia y Abundancia relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.</i>	28
<i>Tabla 29. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.</i>	29
<i>Tabla 30. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	29
<i>Tabla 31. Densidad y Densidad Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	30
<i>Tabla 32. Densidad y Densidad Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.</i>	30
<i>Tabla 33. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.</i>	31
<i>Tabla 34. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	32
<i>Tabla 35. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	32
<i>Tabla 36. Frecuencia y Frecuencia Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.</i>	32
<i>Tabla 37. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.</i>	33
<i>Tabla 38. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	34
<i>Tabla 39. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	34
<i>Tabla 40. Dominancia y Dominancia Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.</i>	34
<i>Tabla 41. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.</i>	35
<i>Tabla 42. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	36
<i>Tabla 43. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	36
<i>Tabla 44. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.</i>	37
<i>Tabla 45. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.</i>	38
<i>Tabla 46. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	38
<i>Tabla 47. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	39
<i>Tabla 48. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.</i>	39
<i>Tabla 49. Abundancia y abundancia relativa de anfibios en el SA.</i>	41
<i>Tabla 50. Abundancia y abundancia relativa de reptiles en el SA.</i>	41

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 51. Abundancia y abundancia relativa de aves en el SA.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 52. Abundancia y abundancia relativa de mamíferos en el SA.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 53. Diversidad de Shannon-Wiener de anfibios en el SA.</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 54. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el SA.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 55. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el SA.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 56. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el SA.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 57. Abundancia y abundancia relativa de reptiles en el Área del Proyecto.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 58. Abundancia y abundancia relativa de aves en el Área del Proyecto.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 59. Abundancia y abundancia relativa de mamíferos en el Área del Proyecto.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 60. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el Área del Proyecto.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 61. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el Área del Proyecto.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 62. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el Área del Proyecto.</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 63. Especies de flora con estatus de protección en el SA.</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 64. Especies de fauna con estatus de protección en el SA.</i>	<i>50</i>

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfico 1. Riqueza de especies florísticas en el SA.</i>	<i>1</i>
<i>Gráfico 2. Riqueza de especies florísticas en el Área del Proyecto.</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 3. Especies por grupo faunístico en el SA.</i>	<i>40</i>
<i>Gráfico 4. Riqueza de especies fauna en el SA.</i>	<i>40</i>
<i>Gráfico 5. Especies por grupo faunístico en el Área del Proyecto.</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico 6. Riqueza de especies fauna en el Área del Proyecto.</i>	<i>46</i>

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 DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA, QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Para conocer la diversidad y composición de los estratos de Flora y Fauna del Sistema Ambiental (SA) y del área sujeta a CUSTF, en los siguientes apartados se presenta la descripción de la composición florística y faunística ambas áreas de estudio.

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. Riqueza Específica

La Riqueza de Especies presente en el Sistema Ambiental es de **89 especies**, distribuidas en **41 Familias**, destacando la Familia Fabaceae con **21 especies**.

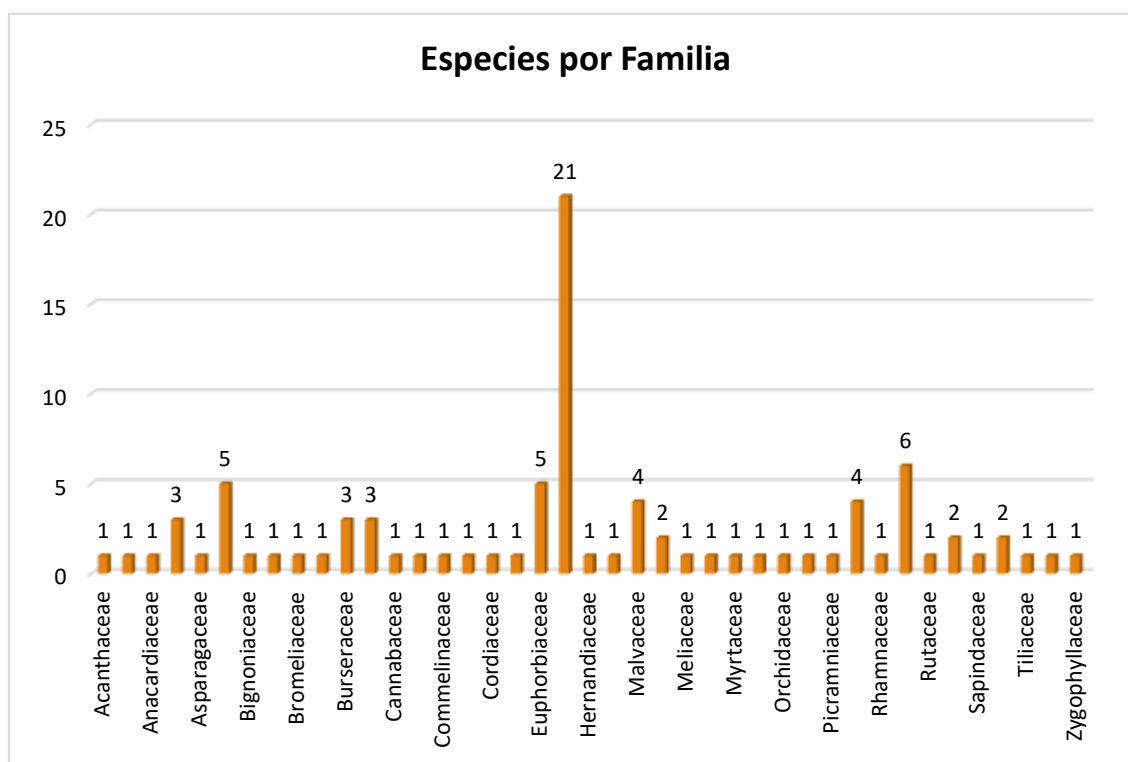


Gráfico 1. Riqueza de especies florísticas en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

7.1.1.2. Abundancia Relativa

Estrato Arbóreo

En el estrato arbóreo se registraron en total 966 individuos distribuidos en 57 especies; las especies con mayor abundancia relativa en este estrato son: el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 7.87%, el Guaje (*Leucaena leucocephala*) con el 9.73% y el Guaspo (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 15.11% de Abundancia Relativa. Mientras que el Molinillo (*Cordia alliodora*), la Espina Blanca (*Acacia farnesiana*), la Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), el Huevito de Iguana (*Senna nicaraguensis*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Amate (*Ficus petiolaris*), la Cruzecita (*Randia laetevirens*), el Cafecito (*Zinowiewia integerrima*) y la Calagua (*Heliocarpus appendiculatus*) presentaron la menor abundancia relativa con 0.10% cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	5	0.52%
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	3	0.31%
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2	0.21%
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	1.45%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	64	6.63%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	7	0.72%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	7	0.72%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	55	5.69%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	3	0.31%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	37	3.83%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	3	0.31%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	76	7.87%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	8	0.83%
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	50	5.18%
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1	0.10%
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	5	0.52%
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	10	1.04%
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	6	0.62%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2	0.21%
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	2	0.21%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.31%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	0.10%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	72	7.45%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.41%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	11	1.14%
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	0.21%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1	0.10%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	94	9.73%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	16	1.66%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	10	1.04%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	0.93%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	37	3.83%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	28	2.90%
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	13	1.35%
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevo de Iguana	1	0.10%
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	10	1.04%
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	19	1.97%
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	3	0.31%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	4	0.41%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	0.31%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	9	0.93%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.10%
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1	0.10%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	0.21%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	11	1.14%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	53	5.49%
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	7	0.72%
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidum</i>	Calabacita	4	0.41%
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	10	1.04%
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1	0.10%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	8	0.83%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	4	0.41%
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1	0.10%
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	3	0.31%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1	0.10%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	146	15.11%
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum sanctum</i>	Huesito	3	0.31%
Total			966	100%

Tabla 1. Abundancia relativa del estrato arbóreo en el SA.

Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo obtuvo un total de 49 individuos distribuidos en 5 especies; la especie con mayor abundancia relativa fue: la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 20.41% y la Escoba (*Sida acuta*) con el 67.35% de Abundancia Relativa. Mientras que la Higuera (*Ricinus communis*) presenta la menor abundancia relativa con el 2.04%.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	1	2.04%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	33	67.35%
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	3	6.12%
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	4.08%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	10	20.41%
Total			49	100%

Tabla 2. Abundancia relativa del estrato arbustivo en el SA.

Estrato Herbáceo.

En el estrato herbáceo se registraron en total 168 individuos distribuidos en 20 especies; las especies con mayor abundancia relativa en este estrato son la Golondria (*Euphorbia graminea*) con el 10.12%, el Carricillo (*Lasiacis divaricata*) con el 22.62% y el Cordoncillo (*Elytraria imbricata*) con el 23.81%. Mientras que la Zarcilla (*Bomarea edulis*), la Hierba del Pollo (*Commelina diffusa*), el Cadillo (*Desmodium distortum*), el Picapica (*Mucuna pruriens* var. *utilis*), el Pegarropa (*Mentzelia hispida*) y la Dormilona (*Phyllanthus niruri*) presentaron la menor abundancia relativa con el 0.60% cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	40	23.81%
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1	0.60%
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	8	4.76%
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	11	6.55%
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1	0.60%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	3	1.79%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	17	10.12%
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1	0.60%
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2	1.19%
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	4	2.38%
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>	Picapica	1	0.60%
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1	0.60%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1	0.60%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	4	2.38%
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	11	6.55%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	38	22.62%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	12	7.14%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	4	2.38%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	2.38%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	4	2.38%
Total			168	100%

Tabla 3. Abundancia relativa del estrato herbáceo en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se registraron en total 80 individuos distribuidos en 7 especies; las especies con mayor abundancia relativa en este estrato son la Piñuela (*Bromelia pinguin*) con el 16.25%, la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 26.25% y el Maguey del Grijalva (*Agave kewensis*) con el 36.25%. Mientras que la Gallinita (*Tillandsia recurvata*), el Órgano Kanzacam (*Pterocereus gaumeri*) y la Pitaya Nocturna (*Selenicereus nelsonii*) presentaron la menor abundancia relativa con el 5.00% cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	29	36.25%
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	13	16.25%
Bromeliceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	4	5.00%
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	5	6.25%
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	4	5.00%
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	4	5.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	21	26.25%
Total			80	100%

Tabla 4. Abundancia relativa de especies epífitas y no maderables en el SA.

7.1.1.3. 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 (Den_Rel).**

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 17 sitios de 400 m² para Árboles y Especies Epífitas y No Maderables, es decir un total de 6,800.00 m², este dato se convierte a hectáreas, siendo una superficie de 0.6800 Ha, para el caso de los Arbustos la superficie muestreada fue de 213.52 m², para las Herbáceas fue de 17 m². Del Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) se detectaron 5 individuos que al dividirlo por la superficie muestreada en hectáreas (0.6800 Ha), tenemos que la densidad de esta especie es de 7.35 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$\text{Densidad Relativa (DER)} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

Regresando al ejemplo, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo una densidad de 7.35 Ind/Ha, mientras que el total de las densidades fue de 1,420.59 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 0.0052, este valor lo multiplicamos por 100 y se obtiene la densidad relativa de la especie, siendo para el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) de 0.52%, dicho valor se expresa en porcentaje.

Estrato Arbóreo.

Las especies arbóreas con mayor densidad relativa son: el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 7.87% (111.76 Ind/Ha), el Guaje (*Leucaena leucocephala*) con el 9.73% (138.24 Ind/Ha) y el Guaspo (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 15.11% (214.71 Ind/Ha). Mientras que el Molinillo (*Cordia alliodora*), la Espina Blanca (*Acacia farnesiana*), la Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), el Huevito de Iguana (*Senna nicaraguensis*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Amate (*Ficus petiolaris*), la Cruzecita (*Randia laetevirens*), el Cafecito (*Zinowiewia integerrima*) y la Calagua (*Heliocarpus appendiculatus*) presentaron la menor abundancia relativa con 0.10% (1.47 Ind/Ha) cada uno.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad	Den_Rel
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	5	7.35	0.52%
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	3	4.41	0.31%
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2	2.94	0.21%
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	20.59	1.45%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	64	94.12	6.63%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	7	10.29	0.72%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	7	10.29	0.72%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	55	80.88	5.69%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	3	4.41	0.31%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	37	54.41	3.83%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	3	4.41	0.31%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	76	111.76	7.87%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	8	11.76	0.83%
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	50	73.53	5.18%
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1	1.47	0.10%
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	5	7.35	0.52%
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	10	14.71	1.04%
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	6	8.82	0.62%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2	2.94	0.21%
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	2	2.94	0.21%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad	Den_Rel
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	4.41	0.31%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	1.47	0.10%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	72	105.88	7.45%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	5.88	0.41%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	11	16.18	1.14%
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	2.94	0.21%
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1	1.47	0.10%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	94	138.24	9.73%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	16	23.53	1.66%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	10	14.71	1.04%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	13.24	0.93%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	37	54.41	3.83%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	28	41.18	2.90%
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	13	19.12	1.35%
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	1	1.47	0.10%
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	10	14.71	1.04%
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	19	27.94	1.97%
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	3	4.41	0.31%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	4	5.88	0.41%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	146	214.71	15.11%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	4.41	0.31%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	9	13.24	0.93%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	1.47	0.10%
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1	1.47	0.10%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	2.94	0.21%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	11	16.18	1.14%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	53	77.94	5.49%
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	7	10.29	0.72%
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	4	5.88	0.41%
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	10	14.71	1.04%
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1	1.47	0.10%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	8	11.76	0.83%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	4	5.88	0.41%
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1	1.47	0.10%
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	3	4.41	0.31%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1	1.47	0.10%
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	3	4.41	0.31%
Total			966	1,420.59	100%

Tabla 5. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbóreo en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estrato Arbustivo.

De los Arbustos la especie con la densidad relativa más alta fue: la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 20.41% (468.34 Ind/Ha) y la Escoba (*Sida acuta*) con el 67.35% (1,545.52 Ind/Ha). Mientras que la Higuierilla (*Ricinus communis*) presento la menor densidad relativa con 2.04% (46.83 Ind/Ha).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad	Den_Rel
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuierilla	1	46.83	2.04%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	33	1,545.52	67.35%
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perilla	3	140.50	6.12%
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	93.67	4.08%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	10	468.34	20.41%
Total			49	2,294.87	100%

Tabla 6. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbustivo en el SA.

Estrato Herbáceo.

Del estrato herbáceo la especie que presenta la mayor Densidad Relativa (Den_Rel) la Golondria (*Euphorbia graminea*) con el 10.12% (10,000.00 Ind/Ha), el Carricillo (*Lasiacis divaricata*) con el 22.62% (22,352.94 Ind/Ha) y el Cordoncillo (*Elytraria imbricata*) con el 23.81% (23,529.41 Ind/Ha). Mientras que la Zarcilla (*Bomarea edulis*), la Hierba del Pollo (*Commelina diffusa*), el Cadillo (*Desmodium distortum*), el Picapica (*Mucuna pruriens var. utilis*), el Pegarropa (*Mentzelia hispida*) y la Dormilona (*Phyllanthus niruri*) presentaron la menor Densidad Relativa con 0.60%. (588.24 Ind/Ha).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad	Den_Rel
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	40	23,529.41	23.81%
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1	588.24	0.60%
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	8	4,705.88	4.76%
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	11	6,470.59	6.55%
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1	588.24	0.60%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	3	1,764.71	1.79%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	17	10,000.00	10.12%
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1	588.24	0.60%
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2	1,176.47	1.19%
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	4	2,352.94	2.38%
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	1	588.24	0.60%
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1	588.24	0.60%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1	588.24	0.60%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	4	2,352.94	2.38%
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	11	6,470.59	6.55%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	38	22,352.94	22.62%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad	Den_Rel
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	12	7,058.82	7.14%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	4	2,352.94	2.38%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	2,352.94	2.38%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	4	2,352.94	2.38%
Total			168	98,823.53	100%

Tabla 7. Densidad y Densidad Relativa del estrato herbáceo en el SA.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables las especies con mayor Den_Rel son la Piñuela (*Bromelia pinguin*) con el 16.25% (19.12 Ind/Ha), la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 26.25% (30.88 Ind/Ha) y el Maguey del Grijalva (*Agave kewensis*) con el 36.25% (42.65 Ind/Ha). Mientras que la Gallinita (*Tillandsia recurvata*), el Órgano Kanzacam (*Pterocereus gaumeri*) y la Pitaya Nocturna (*Selenicereus nelsonii*) presentaron la menor abundancia relativa con el 5.00% (5.88 Ind/Ha) cada una.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Densidad	Den_Rel
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	29	42.65	36.25%
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	13	19.12	16.25%
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	4	5.88	5.00%
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	5	7.35	6.25%
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	4	5.88	5.00%
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	4	5.88	5.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	21	30.88	26.25%
Total			80	117.65	100%

Tabla 8. Densidad y Densidad Relativa de epífitas y no maderables en el SA.

♦ **Frecuencia y Frecuencia Relativa (Fre_Rel).**

La Frecuencia se obtiene de dividir el número de sitios en los que se encontró una especie entre el número de sitios totales (17).

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No. De sitios en los que aparece una especie}}{\text{No. De sitios totales muestreados}}$$

Por ejemplo, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) se encontró en 3 sitios. La Frecuencia la obtenemos de dividir el número de sitios donde se detectó el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) dividimos 3 entre 17 obteniendo de Frecuencia 0.18.

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.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Valores de frecuencia de una especie}}{\text{Valores de frecuencia de todas las especies}} * 100$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Por ejemplo, Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo una Frecuencia de 0.18, mientras que la suma de las Frecuencias fue de 12.41; la Frecuencia Relativa (Fre_Rel) de Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) se obtuvo de dividir 0.18 / 12.41, dando como resultado 0.0142, este valor se multiplica por 100, para tener el valor en porcentaje, siendo para Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) Frecuencia Relativa (FRErel) de 1.42%.

Estrato Arbóreo.

De este estrato las especies con mayor Frecuencia Relativa son el Copal (*Bursera excelsa*) y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 5.21% detectado en 11 sitios; el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 6.64% detectado en 14 sitios y el Guaje (*Leucaena leucocephala*) con el 7.58% detectado en 16 sitios. Mientras que 15 especies presentaron la menor Frecuencia Relativa con 0.47% detectados en 1 sitio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	SD	ST	Frecuencia	Fre_Rel
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	3	17	0.18	1.42%
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	2	17	0.12	0.95%
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2	17	0.12	0.95%
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	4	17	0.24	1.90%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	5	17	0.29	2.37%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	2	17	0.12	0.95%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	17	0.12	0.95%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	10	17	0.59	4.74%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	2	17	0.12	0.95%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	11	17	0.65	5.21%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	1	17	0.06	0.47%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	16	17	0.94	7.58%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	3	17	0.18	1.42%
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	2	17	0.12	0.95%
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1	17	0.06	0.47%
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	2	17	0.12	0.95%
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	4	17	0.24	1.90%
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	3	17	0.18	1.42%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2	17	0.12	0.95%
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	1	17	0.06	0.47%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	1	17	0.06	0.47%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	17	0.06	0.47%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	11	17	0.65	5.21%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	1	17	0.06	0.47%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	5	17	0.29	2.37%
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	17	0.12	0.95%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	SD	ST	Frecuencia	Fre_Rel
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1	17	0.06	0.47%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	16	17	0.94	7.58%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	3	17	0.18	1.42%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	2	17	0.12	0.95%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	17	0.12	0.95%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	7	17	0.41	3.32%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	6	17	0.35	2.84%
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	5	17	0.29	2.37%
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	1	17	0.06	0.47%
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	4	17	0.24	1.90%
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	4	17	0.24	1.90%
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	2	17	0.12	0.95%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2	17	0.12	0.95%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	14	17	0.82	6.64%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	17	0.12	0.95%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	17	0.18	1.42%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	17	0.06	0.47%
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1	17	0.06	0.47%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	17	0.12	0.95%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	3	17	0.18	1.42%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	10	17	0.59	4.74%
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	3	17	0.18	1.42%
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Calabacita	3	17	0.18	1.42%
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	4	17	0.24	1.90%
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1	17	0.06	0.47%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	4	17	0.24	1.90%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	17	0.06	0.47%
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1	17	0.06	0.47%
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	1	17	0.06	0.47%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1	17	0.06	0.47%
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	2	17	0.12	0.95%
Total					12.41	100%

Tabla 9. Frecuencia y Frecuencia Relativo del estrato arbóreo en el SA.

Estrato Arbustivo.

Las Especies Arbustivas con mayor Frecuencia Relativa son la Escoba (*Sida acuta*) y la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 30.00% detectado en 3 sitios cada una. Mientras que la Higuerrilla (*Ricinus communis*) y la Perlilla (*Chiococca alba*) presentaron 10.00% de Frecuencia Relativa detectados en 1 sitio.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	SD	ST	Frecuencia	Fre_Rel
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	1	17	0.06	10.00%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	3	17	0.18	30.00%
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	1	17	0.06	10.00%
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	17	0.12	20.00%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	17	0.18	30.00%
Total					0.59	100%

Tabla 10. Frecuencia y Frecuencia relativa del estrato arbustivo en el SA.

Estrato Herbáceo.

La Especie Herbácea con mayor frecuencia relativa es el Carricillo (*Lasiacis divaricata*) con el 21.95% detectado en 9 sitios. Mientras que 11 especies presentaron 2.44% de Frecuencia Relativa, las cuales fueron detectadas en un sitio.

Familia	Nombre científico	Nombre común	SD	ST	Frecuencia	Fre_Rel
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	1	17	0.06	2.44%
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1	17	0.06	2.44%
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	1	17	0.06	2.44%
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	4	17	0.24	9.76%
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1	17	0.06	2.44%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	2	17	0.12	4.88%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	1	17	0.06	2.44%
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1	17	0.06	2.44%
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2	17	0.12	4.88%
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	1	17	0.06	2.44%
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	1	17	0.06	2.44%
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1	17	0.06	2.44%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1	17	0.06	2.44%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	17	0.12	4.88%
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	5	17	0.29	12.20%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	9	17	0.53	21.95%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	2	17	0.12	4.88%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	2	17	0.12	4.88%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	17	0.12	4.88%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	17	0.06	2.44%
Total					2.41	100%

Tabla 11. . Frecuencia y Frecuencia relativa del estrato herbáceo en el SA.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables la especie con el valor más alto de FreRel fue, la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 32.00% de Frecuencia Relativa

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

detectado en 8 sitios. Mientras que el Órgano Kanzacam (*Pterocereus gaumeri*) y la Pitaya Nocturna (*Selenicereus nelsonii*) presentaron 4.00% de Frecuencia Relativa, las cuales fueron detectadas en dos sitios.

Familia	Nombre científico	Nombre común	SD	ST	Frecuencia	Fre_Rel
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	5	17	0.29	20.00%
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	5	17	0.29	20.00%
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	2	17	0.12	8.00%
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	3	17	0.18	12.00%
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	1	17	0.06	4.00%
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	1	17	0.06	4.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	8	17	0.47	32.00%
Total					1.47	100%

Tabla 12. Frecuencia y Frecuencia relativa de epífitas y maderables 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, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo una suma de AB de 0.0220. La Dominancia la obtenemos de dividir la suma del AB (Área Basal) del Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) dividimos 0.0220 entre 8.1798 obteniendo de Dominancia 0.0027.

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, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo una Dominancia de 0.0027, mientras que la suma de las Dominancias fue de 1.00; la Dominancia Relativa (DOMrel) del Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) se obtuvo de dividir 0.0027 / 1.00, dando como resultado 0.0027 este valor se multiplica por 100, para tener el valor en porcentaje, siendo para el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) una Dominancia Relativa (Dom_Rel) de 0.27%.

Estrato Arbóreo.

Las Especies Arbóreas con mayor dominancia relativa son: el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 13.13% con un AB de 1.0743 y el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 17.08%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

con un AB de 1.3970. Mientras el Amate (*Ficus petiolaris*) presento la menor Dominancia Relativa con 0.03% con un AB de 0.0023.

Familia	Nombre científico	Nombre común	AB	Dominancia	Dom_Rel
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	0.0220	0.0027	0.27%
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	0.0069	0.0008	0.08%
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.0152	0.0019	0.19%
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.0551	0.0067	0.67%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	0.3866	0.0473	4.73%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.0456	0.0056	0.56%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.0247	0.0030	0.30%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	0.2302	0.0281	2.81%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.0304	0.0037	0.37%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	0.4797	0.0586	5.86%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.0290	0.0035	0.35%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	1.0743	0.1313	13.13%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.0467	0.0057	0.57%
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	0.4772	0.0583	5.83%
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	0.0033	0.0004	0.04%
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	0.0295	0.0036	0.36%
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	0.0444	0.0054	0.54%
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	0.0189	0.0023	0.23%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	0.0056	0.0007	0.07%
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	0.0046	0.0006	0.06%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0091	0.0011	0.11%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	0.0045	0.0006	0.06%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	0.6779	0.0829	8.29%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.0216	0.0026	0.26%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	0.0842	0.0103	1.03%
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	0.0178	0.0022	0.22%
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	0.0237	0.0029	0.29%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	0.4676	0.0572	5.72%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	0.1614	0.0197	1.97%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	0.1498	0.0183	1.83%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.1020	0.0125	1.25%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.4011	0.0490	4.90%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	0.0977	0.0119	1.19%
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	0.0968	0.0118	1.18%
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	0.0033	0.0004	0.04%
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	0.0298	0.0036	0.36%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	AB	Dominancia	Dom_Rel
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	0.1760	0.0215	2.15%
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	0.0225	0.0028	0.28%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0319	0.0039	0.39%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	1.3970	0.1708	17.08%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.0180	0.0022	0.22%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.1211	0.0148	1.48%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.0033	0.0004	0.04%
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	0.0023	0.0003	0.03%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.0126	0.0015	0.15%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	0.0797	0.0097	0.97%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	0.6987	0.0854	8.54%
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	0.0309	0.0038	0.38%
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	0.0251	0.0031	0.31%
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	0.0726	0.0089	0.89%
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	0.0045	0.0006	0.06%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.0474	0.0058	0.58%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.0193	0.0024	0.24%
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	0.0033	0.0004	0.04%
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	0.0091	0.0011	0.11%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	0.0033	0.0004	0.04%
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	0.0224	0.0027	0.27%
Total			8.1798	1.00	100%

Tabla 13. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbóreo en el SA.

Estrato Arbustivo.

La Especie de Arbustos con mayor dominancia relativa son la Escoba (*Sida acuta*) con el 20.60% con un AB de 0.00026 y la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 62.09% con un AB de 0.00079. Mientras que la Perlilla (*Chiococca alba*) presento la menor dominancia relativa con 0.88% teniendo un AB de 0.00001.

Familia	Nombre científico	Nombre común	AB	Dominancia	Dom_Rel
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	0.00009	0.0730	7.30%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	0.00026	0.2060	20.60%
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	0.00001	0.0088	0.88%
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	0.00012	0.0913	9.13%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	0.00079	0.6209	62.09%
Total			0.0013	1.00	100%

Tabla 14. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbustivo en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estrato Herbáceo.

Las especies con mayor Dominancia Relativa (Dom_Rel) son el Zacate (*Eragrostis tenuifolia*) con el 33.46%, esta especie presento 0.00638 de AB y el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) con el 59.17%, esta especie presento 0.01127 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (Dom_Rel) es la Dormilona (*Phyllanthus niruri*) con el 0.005% esta especie presento 0.000001 de AB.

Familia	Nombre científico	Nombre común	AB	Dominancia	Dom_Rel
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	0.00015	0.0078	0.78%
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	0.00006	0.0031	0.31%
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	0.00001	0.0004	0.04%
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	0.00040	0.0212	2.12%
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	0.00002	0.0012	0.12%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	0.00002	0.0011	0.11%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	0.00002	0.0010	0.10%
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	0.00006	0.0031	0.31%
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	0.000005	0.0002	0.02%
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	0.00002	0.0013	0.13%
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	0.00002	0.0012	0.12%
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	0.00002	0.0012	0.12%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	0.000001	0.0000	0.005%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	0.01127	0.5917	59.17%
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	0.00638	0.3346	33.46%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.00015	0.0077	0.77%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	0.00004	0.0022	0.22%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	0.00018	0.0095	0.95%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.00019	0.0101	1.01%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	0.00003	0.0015	0.15%
Total			0.0191	1.00	100%

Tabla 15. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato herbáceo en el SA.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables no se le calculo AB.

Familia	Nombre científico	Nombre común	AB	Dominancia	Dom_Rel
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	0	0.00	0.00%
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	0	0.00	0.00%
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	0	0.00	0.00%
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	0	0.00	0.00%
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	0	0.00	0.00%
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	0	0.00	0.00%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	AB	Dominancia	Dom_Rel
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	0	0.00	0.00%
Total			0	0.00	0.00%

Tabla 16. Dominancia y Dominancia Relativa de epífitas y no maderables 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.

$$\text{Valor de importancia (IVI)} = \text{Den\_Rel} + \text{Fre\_Rel} + \text{Dom\_Rel}.$$

Por ejemplo, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo de Densidad Relativa (Den_Rel) 0.52%, de Frecuencia Relativa (Fre_Rel) 1.42% y de Dominancia Relativa (Dom_Rel) 0.27%, que sumados dan 2.21% 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, el Cinco Negrito (*Comocladia guatemalensis*) obtuvo de Índice de Valor de Importancia (IVI) 2.21%, que al dividirlo entre 3, da un valor de 0.74% siendo este el Valor de Importancia Relativo (VIR).

Estrato Arbóreo.

Las especies Arbóreas con mayor valor de importancia relativo son el Mulato (*Bursera simaruba*) con el 9.53% esta especie presento 7.87% de Den_Rel, 7.58% de Fre_Rel y 13.13% de Dom_Rel y el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 12.94% de VIR esta especie presento 15.11% de Den_Rel, 6.64% de Fre_Rel y 17.08% de Dom_Rel, estás especies fueron las que dominaron en este estrato. Mientras que el Matilisguate (*Tabebuia rosea*) presento el valor menor de VIR con 0.20% esta especie presento 0.10% de Den_Rel, 0.47% de Fre_Rel y 0.03% de Dom_Rel, siendo la especie menos importante del estrato.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	0.52%	1.42%	0.27%	2.21%	0.74%
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	0.31%	0.95%	0.08%	1.34%	0.45%
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.21%	0.95%	0.19%	1.34%	0.45%
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	1.45%	1.90%	0.67%	4.02%	1.34%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	6.63%	2.37%	4.73%	13.72%	4.57%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.72%	0.95%	0.56%	2.23%	0.74%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.72%	0.95%	0.30%	1.97%	0.66%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	5.69%	4.74%	2.81%	13.25%	4.42%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.31%	0.95%	0.37%	1.63%	0.54%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	3.83%	5.21%	5.86%	14.91%	4.97%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.31%	0.47%	0.35%	1.14%	0.38%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	7.87%	7.58%	13.13%	28.58%	9.53%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.83%	1.42%	0.57%	2.82%	0.94%
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	5.18%	0.95%	5.83%	11.96%	3.99%
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	0.52%	0.95%	0.36%	1.83%	0.61%
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Chaya	1.04%	1.90%	0.54%	3.47%	1.16%
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	0.62%	1.42%	0.23%	2.27%	0.76%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	0.21%	0.95%	0.07%	1.22%	0.41%
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	0.21%	0.47%	0.06%	0.74%	0.25%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.31%	0.47%	0.11%	0.90%	0.30%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	0.10%	0.47%	0.06%	0.63%	0.21%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	7.45%	5.21%	8.29%	20.95%	6.98%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.41%	0.47%	0.26%	1.15%	0.38%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	1.14%	2.37%	1.03%	4.54%	1.51%
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	0.21%	0.95%	0.22%	1.37%	0.46%
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	0.10%	0.47%	0.29%	0.87%	0.29%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	9.73%	7.58%	5.72%	23.03%	7.68%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	1.66%	1.42%	1.97%	5.05%	1.68%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	1.04%	0.95%	1.83%	3.81%	1.27%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.93%	0.95%	1.25%	3.13%	1.04%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	3.83%	3.32%	4.90%	12.05%	4.02%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	2.90%	2.84%	1.19%	6.94%	2.31%
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	1.35%	2.37%	1.18%	4.90%	1.63%
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	1.04%	1.90%	0.36%	3.30%	1.10%
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	1.97%	1.90%	2.15%	6.01%	2.00%
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	0.31%	0.95%	0.28%	1.53%	0.51%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.41%	0.95%	0.39%	1.75%	0.58%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	15.11%	6.64%	17.08%	38.83%	12.94%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.31%	0.95%	0.22%	1.48%	0.49%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.93%	1.42%	1.48%	3.83%	1.28%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	0.10%	0.47%	0.03%	0.61%	0.20%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.21%	0.95%	0.15%	1.31%	0.44%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	1.14%	1.42%	0.97%	3.54%	1.18%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	5.49%	4.74%	8.54%	18.77%	6.26%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	0.72%	1.42%	0.38%	2.52%	0.84%
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	0.41%	1.42%	0.31%	2.14%	0.71%
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	1.04%	1.90%	0.89%	3.82%	1.27%
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	0.10%	0.47%	0.06%	0.63%	0.21%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.83%	1.90%	0.58%	3.30%	1.10%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.41%	0.47%	0.24%	1.12%	0.37%
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	0.31%	0.47%	0.11%	0.90%	0.30%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	0.10%	0.47%	0.04%	0.62%	0.21%
Zygophyllaceae	<i>Guaicum sanctum</i>	Huesito	0.31%	0.95%	0.27%	1.53%	0.51%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 17. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbóreo en el SA.

Estrato Arbustivo.

Las especies Arbustivas con mayor valor de importancia relativo son la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 37.50% de VIR esta especie presento 20.41% de Den_Rel, 30.00% de Fre_Rel y 62.05% de Dom_Rel y la Escoba (*Sida acuta*) con el 39.32% de VIR esta especie presento 67.32% de Den_Rel, 30.00% de Fre_Rel y 20.60% de Dom_Rel siendo las especies que dominan en este estrato. Mientras que a Perlilla (*Chiococca alba*) presento el valor menor de VIR con 5.67% esta especie presento 6.12% de Den_Rel, 10.00% de Fre_Rel y 0.88% de Dom_Rel.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	2.04%	10.00%	7.30%	19.35%	6.45%
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	67.35%	30.00%	20.60%	117.95%	39.32%
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	6.12%	10.00%	0.88%	17.00%	5.67%
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	4.08%	20.00%	9.13%	33.21%	11.07%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	20.41%	30.00%	62.09%	112.50%	37.50%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 18. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbustivo en el SA.

Estrato Herbáceo.

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Carricillo (*Lasiacis divaricata*) con el 15.11%, esta especie presento 22.62% de Den_Rel, 21.95% de Fre_Rel y 0.77% de Dom_Rel. En segundo lugar, en cuanto a Valor de Importancia Relativa (VIR) está el Zacate (*Eragrostis tenuifolia*) con el 17.40%, esta especie presento 6.55% de Den_Rel, 12.20% de Fre_Rel y 33.46% de Dom_Rel, el primer lugar fue el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) con el 22.14%, esta especie presento 2.38% de Den_Rel, 4.88% de Fre_Rel y 59.17% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

es: la Dormilona (*Phyllanthus niruri*) con el 1.01% presentando 0.60% de Den_Rel, 2.44% de Fre_Rel y 0.005% de Dom_Rel.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	23.81%	2.44%	0.78%	27.02%	9.01%
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	0.60%	2.44%	0.31%	3.34%	1.11%
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	4.76%	2.44%	0.04%	7.24%	2.41%
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	6.55%	9.76%	2.12%	18.42%	6.14%
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	0.60%	2.44%	0.12%	3.16%	1.05%
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	1.79%	4.88%	0.11%	6.77%	2.26%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	10.12%	2.44%	0.10%	12.66%	4.22%
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	0.60%	2.44%	0.31%	3.34%	1.11%
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	1.19%	4.88%	0.02%	6.09%	2.03%
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	2.38%	2.44%	0.13%	4.95%	1.65%
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	0.60%	2.44%	0.12%	3.16%	1.05%
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	0.60%	2.44%	0.12%	3.16%	1.05%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	0.60%	2.44%	0.005%	3.04%	1.01%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2.38%	4.88%	59.17%	66.42%	22.14%
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	6.55%	12.20%	33.46%	52.21%	17.40%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	22.62%	21.95%	0.77%	45.34%	15.11%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	7.14%	4.88%	0.22%	12.24%	4.08%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	2.38%	4.88%	0.95%	8.21%	2.74%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2.38%	4.88%	1.01%	8.27%	2.76%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	2.38%	2.44%	0.15%	4.97%	1.66%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 19. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato herbáceo en el SA.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) son el Maguey del Grijalva (*Agave kewensis*) con el 28.13%, esta especie presento 36.25% de Den_Rel y 20.00% de Fre_Rel; el primer lugar fue la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 29.13%, esta especie presento 26.25% de Den_Rel y 32.00% de Fre_Rel. Mientras que las especies con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) son: el Órano Kanzacam (*Pterocereus gaumeri*) y la Pitaya Nocturna (*Selenicereus nelsonii*) con el 4.50% presentando 5.00 % de Den_Rel y 4.00% de Fre_Rel.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	36.25%	20.00%	0.00%	56.25%	28.13%
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	16.25%	20.00%	0.00%	36.25%	18.13%
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	5.00%	8.00%	0.00%	13.00%	6.50%
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	6.25%	12.00%	0.00%	18.25%	9.13%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	5.00%	4.00%	0.00%	9.00%	4.50%
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	5.00%	4.00%	0.00%	9.00%	4.50%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	26.25%	32.00%	0.00%	58.25%	29.13%
Total			100%	100%	0%	200%	100%

Tabla 20. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo de epífitas y no maderables en el SA.

7.1.1.4. Índice de Diversidad

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:

$$H' = - \sum p_i \ln P_i$$

Dónde:

H': Índice de Shannon-Wiener

Pi: Número de individuos de una especie

Σpi: 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:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$J = \frac{H'}{H_{max}}$$

Dónde:

J= Equitatividad

H'= Índice obtenido

H'max = ln (S).

Estrato Arbóreo.

El estrato arbóreo presenta una Diversidad **Alta** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **3.19**; la bibliografía cita que resultados por encima de 3 la diversidad del sitio es alta. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	5	0.0052	-5.26	-0.03
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	3	0.0031	-5.77	-0.02
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2	0.0021	-6.18	-0.01
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	0.0145	-4.23	-0.06
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	64	0.0663	-2.71	-0.18
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	7	0.0072	-4.93	-0.04
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	7	0.0072	-4.93	-0.04
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	55	0.0569	-2.87	-0.16
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	3	0.0031	-5.77	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	37	0.0383	-3.26	-0.12
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	3	0.0031	-5.77	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	76	0.0787	-2.54	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	8	0.0083	-4.79	-0.04
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	50	0.0518	-2.96	-0.15
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1	0.0010	-6.87	-0.01
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	5	0.0052	-5.26	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	10	0.0104	-4.57	-0.05
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	6	0.0062	-5.08	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.0031	-5.77	-0.02
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	72	0.0745	-2.60	-0.19
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.0041	-5.49	-0.02
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	11	0.0114	-4.48	-0.05

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	94	0.0973	-2.33	-0.23
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	16	0.0166	-4.10	-0.07
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	10	0.0104	-4.57	-0.05
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	0.0093	-4.68	-0.04
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	37	0.0383	-3.26	-0.12
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	28	0.0290	-3.54	-0.10
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	13	0.0135	-4.31	-0.06
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevoito de Iguana	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	10	0.0104	-4.57	-0.05
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	19	0.0197	-3.93	-0.08
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	3	0.0031	-5.77	-0.02
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	4	0.0041	-5.49	-0.02
Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	146	0.1511	-1.89	-0.29
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	0.0031	-5.77	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	9	0.0093	-4.68	-0.04
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.0010	-6.87	-0.01
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1	0.0010	-6.87	-0.01
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	0.0021	-6.18	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	11	0.0114	-4.48	-0.05
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	53	0.0549	-2.90	-0.16
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	7	0.0072	-4.93	-0.04
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	4	0.0041	-5.49	-0.02
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	10	0.0104	-4.57	-0.05
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1	0.0010	-6.87	-0.01
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	8	0.0083	-4.79	-0.04
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	4	0.0041	-5.49	-0.02
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1	0.0010	-6.87	-0.01
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	3	0.0031	-5.77	-0.02
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1	0.0010	-6.87	-0.01
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	3	0.0031	-5.77	-0.02
Total			966	DIVERSIDAD		3.19
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
4.04			0.79			

Tabla 21. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo en el SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estrato Arbustivo.

El estrato arbustivo presenta una diversidad **Baja**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **0.97**; 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.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	1	0.02	-3.89	-0.08
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	33	0.67	-0.40	-0.27
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	3	0.06	-2.79	-0.17
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	0.04	-3.20	-0.13
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	10	0.20	-1.59	-0.32
Total			49	DIVERSIDAD		0.97
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.61			0.60			

Tabla 22. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el SA.

Estrato Herbáceo.

El estrato herbáceo presenta una diversidad **Media** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **2.35**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja, mientras que en resultados por encima de 3 la diversidad del sitio es alta. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	40	0.24	-1.44	-0.34
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1	0.01	-5.12	-0.03
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	8	0.05	-3.04	-0.14
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	11	0.07	-2.73	-0.18
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1	0.01	-5.12	-0.03
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	3	0.02	-4.03	-0.07
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	17	0.10	-2.29	-0.23
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1	0.01	-5.12	-0.03
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2	0.01	-4.43	-0.05
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	4	0.02	-3.74	-0.09
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	1	0.01	-5.12	-0.03
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1	0.01	-5.12	-0.03
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1	0.01	-5.12	-0.03
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	4	0.02	-3.74	-0.09

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	11	0.07	-2.73	-0.18
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	38	0.23	-1.49	-0.34
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	12	0.07	-2.64	-0.19
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	4	0.02	-3.74	-0.09
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	0.02	-3.74	-0.09
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	4	0.02	-3.74	-0.09
Total			168	DIVERSIDAD		2.35
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
3.00			0.79			

Tabla 23. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el SA.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables 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 hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	29	0.36	-1.01	-0.37
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	13	0.16	-1.82	-0.30
Bromeliceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	4	0.05	-3.00	-0.15
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	5	0.06	-2.77	-0.17
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	4	0.05	-3.00	-0.15
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	4	0.05	-3.00	-0.15
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	21	0.26	-1.34	-0.35
Total			80	DIVERSIDAD		1.64
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
1.95			0.84			

Tabla 24. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el SA.

7.1.2. Área del proyecto

7.1.2.1. Riqueza Específica

La Riqueza de Especies presente en el Área del Proyecto es de **42 especies**, distribuidas en **24 Familias**, destacando la Familia Fabaceae con **10 especies**.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

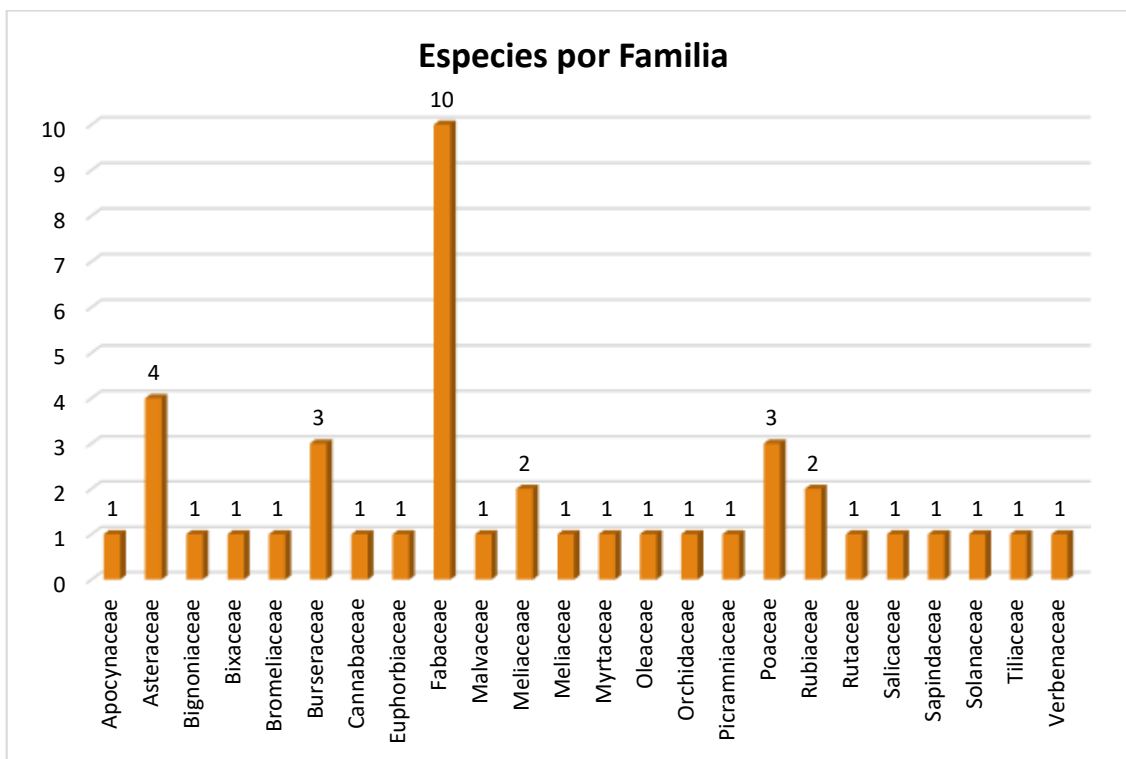


Gráfico 2. Riqueza de especies florísticas en el Área del Proyecto.

7.1.2.2. Abundancia Relativa

Estrato Arbóreo.

En el estrato arbóreo se registraron en total 450 individuos distribuidos en 30 especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato son el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 14.67% de Abundancia Relativa y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 18.44% de Abundancia Relativa. Mientras que el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Shasa (*Eugenia acapulcensis*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor abundancia relativa con 0.22 % cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	3	0.67%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	54	12.00%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	3	0.67%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	0.44%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	15	3.33%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	0.22%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	12	2.67%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	2	0.44%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	36	8.00%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	2	0.44%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.67%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6	1.33%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83	18.44%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.89%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17	3.78%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	24	5.33%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	9	2.00%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	0.44%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	4	0.89%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	9	2.00%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10	2.22%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	66	14.67%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	0.44%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	0.67%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.22%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	0.22%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13	2.89%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55	12.22%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	7	1.56%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	0.22%
Total			450	100%

Tabla 25. Abundancia y Abundancia relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo

El estrato arbustivo obtuvo un total de 4 individuos distribuidos en 2 especies; la especie con mayor abundancia relativa fue: la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 75.00% de Abundancia Relativa. Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presenta la menor abundancia relativa con 25.00%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	25.00%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	75.00%
Total			4	100%

Tabla 26. Abundancia y Abundancia relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo.

En el estrato herbáceo se registraron en total 58 individuos distribuidos en 8 especies; la especie con mayor abundancia relativa en este estrato es el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 60.34%. Mientras que la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) y la Hierba Mora (*Solanum nigrescens*) presentaron la menor abundancia relativa con 1.72% cada una.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	9	15.52%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	2	3.45%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	3.45%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	35	60.34%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	6	10.34%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	1.72%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	3.45%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	1.72%
Total			58	100%

Tabla 27. Abundancia y Abundancia relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se detectaron a dos especies, la más abundante fue a Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 92.00% y la menos abundante fue la Piñuela (*Bromelia pinguin*) con el 8.00%.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2	8.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23	92.00%
Total			25	100%

Tabla 28. Abundancia y Abundancia relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.

7.1.2.3. 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 lo referente a la Sistema Ambiental, por lo tanto, solo se describirán los resultados obtenidos.

♦ Densidad y Densidad Relativa (DENrel).

Estrato Arbóreo.

Las especies arbóreas con mayor densidad relativa son el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 14.67% (235.71 Ind/Ha) y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 18.44% (296.43 Ind/Ha). Mientras que el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Shasa (*Eugenia acapulcensis*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor densidad relativa con 0.22% (3.57 Ind/Ha) cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	3	10.71	0.67%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	54	192.86	12.00%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	3	10.71	0.67%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	7.14	0.44%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	15	53.57	3.33%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	3.57	0.22%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	12	42.86	2.67%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	2	7.14	0.44%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	36	128.57	8.00%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	2	7.14	0.44%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	10.71	0.67%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6	21.43	1.33%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83	296.43	18.44%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	14.29	0.89%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17	60.71	3.78%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	24	85.71	5.33%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	9	32.14	2.00%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	7.14	0.44%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	4	14.29	0.89%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	9	32.14	2.00%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10	35.71	2.22%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	66	235.71	14.67%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	7.14	0.44%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	10.71	0.67%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	3.57	0.22%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	3.57	0.22%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13	46.43	2.89%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55	196.43	12.22%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	7	25.00	1.56%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	3.57	0.22%
Total			450	1,607.14	100%

Tabla 29. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo.

De los Arbustos la especie con la densidad relativa más alta fue la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 75.00% (341.22 Ind/Ha). Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento la menor densidad relativa con 25.00% (113.74 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	113.74	25.00%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	341.22	75.00%
Total			4	454.96	100%

Tabla 30. Densidad y Densidad Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estrato Herbáceo.

Del estrato herbáceo las especies que presenta la mayor Densidad Relativa (DENrel) son la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) con el 18.18% (12,500.00 Ind/Ha) y el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 25.45% (17,500.00 Ind/Ha). Mientras que el Acahual amarillo (*Melampodium divaricatum*), el Fruto bolita roja (*Crossopetalum uragoga*), el Lechero (*Euphorbia heterophylla*), el Malvavisco (*Malvaviscus arboreus*) y el Bejuco Costillas (*Paullinia pinnata*) presentaron la menor densidad relativa con 1.82%. (1,250.00 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	9	12,857.14	15.52%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	2	2,857.14	3.45%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	2,857.14	3.45%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	35	50,000.00	60.34%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	6	8,571.43	10.34%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	1,428.57	1.72%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	2,857.14	3.45%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	1,428.57	1.72%
Total			58	82,857.14	100%

Tabla 31. Densidad y Densidad Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se detectaron a dos especies, la que presenta una mayor Densidad Relativa es la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 92.00% (82.14 Ind/Ha) y la menor Densidad Relativa fue la Piñuela (*Bromelia pinguin*) con el 8.00% (7.14 Ind/Ha).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	Densidad	Densidad Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2	7.14	8.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23	82.14	92.00%
Total			25	89.29	100%

Tabla 32. Densidad y Densidad Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.

♦ **Frecuencia y Frecuencia Relativa (FRErel).**

Estrato Arbóreo.

De este estrato las especies con mayor Frecuencia Relativa son el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 8.33% y el Camarón (*Alvaradoa amorphoides*) detectados en todos los sitios (7). Mientras que el Corcochi (*Tabernaemontana glabra*), el Tziquescuí (*Verbesina abscondita*), el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*), el Anjuy (*Bursera grandifolia*), el Capulín Cimarrón (*Trema micrantha*), la Espina Blanca (*Acacia farnesiana*), el Tepeguaje (*Lysiloma acapulcense*), el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Shasa (*Eugenia acapulcensis*) y el

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor Frecuencia Relativa con 1.19% detectados en 1 sitio cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	1	7	0.14	1.19%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	5	7	0.71	5.95%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	2	7	0.29	2.38%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	1	7	0.14	1.19%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	5	7	0.71	5.95%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	7	0.14	1.19%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2	7	0.29	2.38%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	1	7	0.14	1.19%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	6	7	0.86	7.14%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	1	7	0.14	1.19%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	2	7	0.29	2.38%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	7	0.14	1.19%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	5	7	0.71	5.95%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	3	7	0.43	3.57%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	5	7	0.71	5.95%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	6	7	0.86	7.14%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	3	7	0.43	3.57%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	1	7	0.14	1.19%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	2	7	0.29	2.38%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	3	7	0.43	3.57%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	3	7	0.43	3.57%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	7	7	1.00	8.33%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	7	0.29	2.38%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	2	7	0.29	2.38%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	7	0.14	1.19%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	7	0.14	1.19%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	2	7	0.29	2.38%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	7	7	1.00	8.33%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	2	7	0.29	2.38%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	7	0.14	1.19%
Total					12.00	100%

Tabla 33. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo.

La Especie Arbustiva con mayor Frecuencia Relativa es la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 66.67% detectado en 2 sitios. Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento la menor Frecuencia Relativa con el 33.33% detectado en 1 sitio.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	7	0.14	33.33%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	2	7	0.29	66.67%
Total					0.43	100%

Tabla 34. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo.

La Especie Herbácea con mayor frecuencia relativa es el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 33.33% detectado en 5 de los 7 sitios efectuados. Mientras que la Golondrina (*Euphorbia graminea*), el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*), la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) y la Hierba Mora (*Solanum nigrescens*) presentaron 6.67% de frecuencia relativa, detectadas en un sitio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	2	7	0.29	13.33%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	1	7	0.14	6.67%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	1	7	0.14	6.67%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	5	7	0.71	33.33%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	2	7	0.29	13.33%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	7	0.14	6.67%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	7	0.29	13.33%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	7	0.14	6.67%
Total					2.14	100%

Tabla 35. Frecuencia y Frecuencia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables la especie con el valor más alto de Frecuencia Relativa fue la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 85.71% detectado en 6 sitios, mientras que la Piñuela (*Bromelia pinguin*) presenton la menor Frecuencia Relativa con el 14.29% detectada en un solo sitio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	SL	ST	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	1	7	0.14	14.29%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	6	7	0.86	85.71%
Total					1.00	100%

Tabla 36. Frecuencia y Frecuencia Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.

♦ **Dominancia y Dominancia Relativa (DOMrel).**

Estrato Arbóreo.

La Especie Arbórea con mayor dominancia relativa es: el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 31.04% con un AB de 1.5575. Mientras el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*) y el

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron la menor dominancia relativa con 0.05% con un AB de 0.0023 cada uno.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.0161	0.0032	0.32%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	0.3623	0.0722	7.22%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.0138	0.0027	0.27%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.0068	0.0014	0.14%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	0.1079	0.0215	2.15%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.0023	0.0005	0.05%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	0.1408	0.0281	2.81%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.0134	0.0027	0.27%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	0.3720	0.0741	7.41%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.0118	0.0024	0.24%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.0110	0.0022	0.22%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	0.0397	0.0079	0.79%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	1.5575	0.3104	31.04%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.0869	0.0173	1.73%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	0.2303	0.0459	4.59%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	0.1835	0.0366	3.66%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	0.0715	0.0143	1.43%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.0214	0.0043	0.43%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.0833	0.0166	1.66%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	0.0511	0.0102	1.02%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	0.0483	0.0096	0.96%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	0.7022	0.1399	13.99%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.0067	0.0013	0.13%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.0312	0.0062	0.62%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.0033	0.0007	0.07%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.0045	0.0009	0.09%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	0.3282	0.0654	6.54%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	0.4880	0.0973	9.73%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	0.0198	0.0039	0.39%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.0023	0.0005	0.05%
Total			5.0181	1.00	100%

Tabla 37. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Estrato Arbustivo.

La Especie de Arbusto con mayor dominancia relativa es el Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 69.23%, esta especie tiene un AB de 0.00009. Mientras que la Hierba del Cargapalito

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

(*Psychotria erythrocarpa*) presento la menor dominancia relativa con 30.77% teniendo un AB de 0.00021.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	0.00009	0.31	30.77%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	0.00021	0.69	69.23%
Total			0.00030	1.00	100%

Tabla 38. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo.

La especie con mayor Dominancia Relativa (DOMrel) es el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) con el 93.33%, esta especie presento 0.005636 de AB. Mientras que la especie con menor Dominancia Relativa (DOMrel) es la Golondrina (*Euphorbia graminea*) con el 0.03% esta especie presento 0.000002 de AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	0.000105	0.0174	1.74%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	0.000002	0.0003	0.03%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	0.005636	0.9333	93.33%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	0.000240	0.0398	3.98%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	0.000017	0.0028	0.28%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	0.000004	0.0006	0.06%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	0.000027	0.0044	0.44%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	0.000008	0.0014	0.14%
Total			0.006039	1.00	100%

Tabla 39. Dominancia y Dominancia Relativa del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables no se le cálculo AB.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	AB	Dominancia	Dominancia Relativa
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	0.0000	0.00	0.00%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	0.0000	0.00	0.00%
Total			0.0000	0.00	0%

Tabla 40. . Dominancia y Dominancia Relativa de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.

♦ **Índice de Valor de Importancia (IVI) y Valor de Importancia Relativo (VIR).**

Estrato Arbóreo.

La especie Arbórea con mayor valor de importancia relativo es el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 12.33% esta especie presento 14.67% de Den_Rel, 8.33% de Fre_Rel y 13.99% de Dom_Rel y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 18.48% esta especie

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

presento 18.44% de Den_Rel, 5.95% de Fre_Rel y 31.04% de Dom_Rel. Mientras que el Napaguito (*Trichilia hirta*), el Tamborcito (*Cochlospermum vitifolium*) y el Palo Brujo (*Xylosma flexuosa*) presentaron el menor valor de VIR con 0.49% estas especies presentaron 0.22% de Den_Rel, 1.19% de Fre_Rel y 0.07% y 0.05% de Dom_Rel respectivamente.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	0.67%	1.19%	0.32%	2.18%	0.73%
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	12.00%	5.95%	7.22%	25.17%	8.39%
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	0.67%	2.38%	0.27%	3.32%	1.11%
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	0.44%	1.19%	0.14%	1.77%	0.59%
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	3.33%	5.95%	2.15%	11.44%	3.81%
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	0.22%	1.19%	0.05%	1.46%	0.49%
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	2.67%	2.38%	2.81%	7.85%	2.62%
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	0.44%	1.19%	0.27%	1.90%	0.63%
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	8.00%	7.14%	7.41%	22.56%	7.52%
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	0.44%	1.19%	0.24%	1.87%	0.62%
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	0.67%	2.38%	0.22%	3.27%	1.09%
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1.33%	1.19%	0.79%	3.32%	1.11%
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	18.44%	5.95%	31.04%	55.43%	18.48%
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	0.89%	3.57%	1.73%	6.19%	2.06%
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	3.78%	5.95%	4.59%	14.32%	4.77%
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	5.33%	7.14%	3.66%	16.13%	5.38%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	2.00%	3.57%	1.43%	7.00%	2.33%
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	0.44%	1.19%	0.43%	2.06%	0.69%
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	0.89%	2.38%	1.66%	4.93%	1.64%
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	2.00%	3.57%	1.02%	6.59%	2.20%
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2.22%	3.57%	0.96%	6.76%	2.25%
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	14.67%	8.33%	13.99%	36.99%	12.33%
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	0.44%	2.38%	0.13%	2.96%	0.99%
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	0.67%	2.38%	0.62%	3.67%	1.22%
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	0.22%	1.19%	0.07%	1.48%	0.49%
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	0.22%	1.19%	0.09%	1.50%	0.50%
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	2.89%	2.38%	6.54%	11.81%	3.94%
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	12.22%	8.33%	9.73%	30.28%	10.09%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	1.56%	2.38%	0.39%	4.33%	1.44%
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	0.22%	1.19%	0.05%	1.46%	0.49%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 41. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estrato Arbustivo.

La especie Arbustiva con mayor valor de importancia relativo es la Manzanita (*Lantana involucrata*) con el 70.30% de VIR esta especie presento 75.00% de Den_Rel, 66.67% de Fre_Rel y 69.23% de Dom_Rel. Mientras que la Hierba del Cargapalito (*Psychotria erythrocarpa*) presento el valor menor de VIR con 29.70% esta especie presento 25.00% de Den_Rel, 33.37% de Fre_Rel y 30.77% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	25.00%	33.33%	30.77%	89.10%	29.70%
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	75.00%	66.67%	69.23%	210.90%	70.30%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 42. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.

Estrato Herbáceo.

Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR) el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 32.55%, esta especie presento 60.34% de Den_Rel, 33.33% de Fre_Rel y 3.98% de Dom_Rel y el Carricito (*Lasiacis divaricata*) con el 34.48%, esta especie presento 3.45% de Den_Rel, 6.67% de Fre_Rel y 93.33% de Dom_Rel. Mientras que la especie con menor Valor de Importancia Relativa (VIR) es la Hierba del Toro (*Ruellia inundata*) con el 2.82% presentando 1.72% de Den_Rel, 6.67% de Fre_Rel y 0.06% de Dom_Rel.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	15.52%	13.33%	1.74%	30.59%	10.20%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	3.45%	6.67%	0.03%	10.15%	3.38%
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	3.45%	6.67%	93.33%	103.44%	34.48%
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	60.34%	33.33%	3.98%	97.66%	32.55%
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	10.34%	13.33%	0.28%	23.95%	7.98%
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1.72%	6.67%	0.06%	8.45%	2.82%
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	3.45%	13.33%	0.44%	17.23%	5.74%
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1.72%	6.67%	0.14%	8.53%	2.84%
Total			100%	100%	100%	300%	100%

Tabla 43. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables la especie con mayor valor de importancia relativo es la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) con el 88.86% de VIR esta especie presento 92.00% de Den_Rel y 85.71% de Fre_Rel. Mientras que la Piñuela (*Bromelia pinguin*) presento el valor menor de VIR con 11.14% esta especie presento 8.00% de Den_Rel y 14.29% de Fre_Rel.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Den_Rel	Fre_Rel	Dom_Rel	IVI	VIR
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	8.00%	14.29%	0.00%	22.29%	11.14%
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	92.00%	85.71%	0.00%	177.71%	88.86%
Total			100%	100%	0%	200%	100%

Tabla 44. Valor de Importancia y Valor de Importancia Relativo de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto.

7.1.2.4. Índice de diversidad

Índice de Shannon-Wiener (H).

Estrato Arbóreo.

El estrato arbóreo presenta una Diversidad **MEDIA** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **2.65**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja; mientras que en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, el estrato arbóreo se encuentra entre estos dos rangos. Mientras que la Equitatividad refleja que en las especies hay cierta dominancia en el número de individuos de algunas especies.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	3	0.0067	-5.01	-0.03
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	54	0.1200	-2.12	-0.25
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	3	0.0067	-5.01	-0.03
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	0.0044	-5.42	-0.02
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	15	0.0333	-3.40	-0.11
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	0.0022	-6.11	-0.01
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	12	0.0267	-3.62	-0.10
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	2	0.0044	-5.42	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	36	0.0800	-2.53	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	2	0.0044	-5.42	-0.02
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.0067	-5.01	-0.03
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6	0.0133	-4.32	-0.06
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83	0.1844	-1.69	-0.31
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.0089	-4.72	-0.04
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17	0.0378	-3.28	-0.12
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	24	0.0533	-2.93	-0.16
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	9	0.0200	-3.91	-0.08
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	0.0044	-5.42	-0.02
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	4	0.0089	-4.72	-0.04
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	9	0.0200	-3.91	-0.08
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10	0.0222	-3.81	-0.08
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	66	0.1467	-1.92	-0.28

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	0.0044	-5.42	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	0.0067	-5.01	-0.03
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.0022	-6.11	-0.01
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	0.0022	-6.11	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13	0.0289	-3.54	-0.10
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55	0.1222	-2.10	-0.26
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	7	0.0156	-4.16	-0.06
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	0.0022	-6.11	-0.01
Total			450	DIVERSIDAD		2.65
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.40			0.78			

Tabla 45. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo 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 **0.56**; 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.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	0.25	-1.39	-0.35
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	0.75	-0.29	-0.22
Total			4	DIVERSIDAD		0.56
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
0.69			0.81			

Tabla 46. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo 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 **1.32**; 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 dominan en el número de individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	9	0.16	-1.86	-0.29
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	2	0.03	-3.37	-0.12
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	0.03	-3.37	-0.12
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	35	0.60	-0.51	-0.30
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	6	0.10	-2.27	-0.23

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	0.02	-4.06	-0.07
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.03	-3.37	-0.12
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	0.02	-4.06	-0.07
Total			58	DIVERSIDAD		1.32
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
2.08			0.63			

Tabla 47. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se presenta una diversidad **BAJA**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **0.28**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que una especie domina en el número de individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2	0.08	-2.53	-0.20
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23	0.92	-0.08	-0.08
Total			25	DIVERSIDAD		0.28
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.69			0.40			

Tabla 48. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables 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 la distribución en una superficie determinada, por el comportamiento que presentan, 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

7.2.1.1. 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: diversidad de especies (Magurran 1988, Cody 1993, Schluter y Ricklefs 1993). Estas medidas de riqueza proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurran 1988).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

En el SA se registraron un total de **35 especies** (una de Anfibios, cinco de Reptiles, 26 de Aves y tres de Mamíferos).



Gráfico 3. Especies por grupo faunístico en el SA.

Se registraron un total de **24 familias**, donde las familias mejor representadas por grupo son, de Anfibios la familia Bufonidae con una sola especie, de Reptiles todas las familias presentan una especie, de Aves las familias Icteridae y Tyrannidae con cuatro especies cada una y de Mamíferos todas las familias presentan una especie.

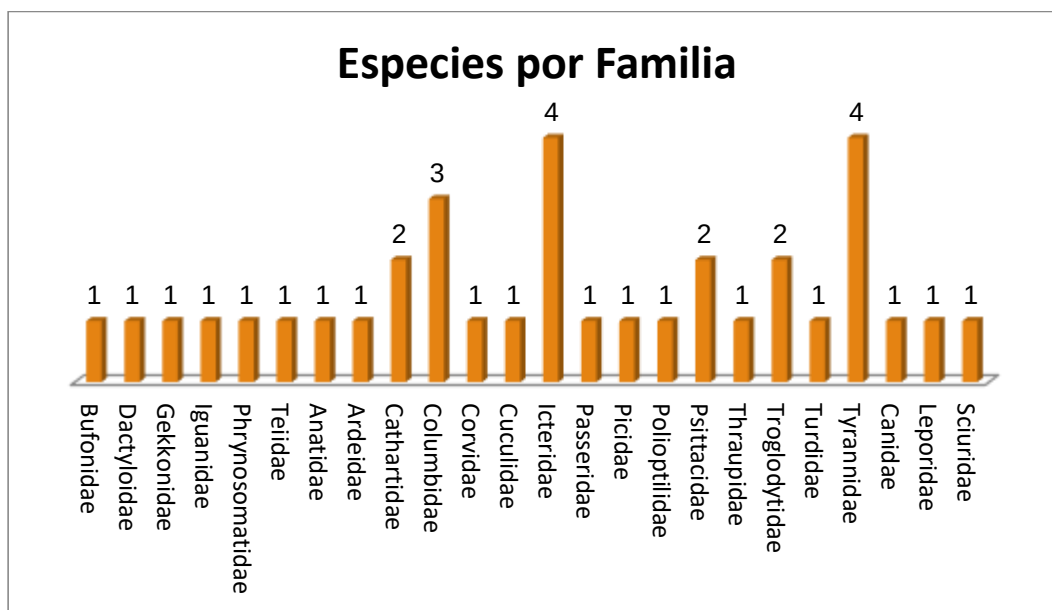


Gráfico 4. Riqueza de especies fauna en el SA.

7.2.1.1.1. Abundancia y Abundancia Relativa

Anfibios.

Solo se detecto una especie de Anfibios, el Sapo Costero (*Incilius valliceps*) presentando dos individuos y el 100% de abundancia relativa.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	Abundancia	Abundancia Relativa
Bufo	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2	100%
Total			2	100%

Tabla 49. Abundancia y abundancia relativa de anfibios en el SA.

Reptiles

En total se detectaron cinco especies de Reptiles, distribuidos en cinco Familias. La especie con el valor más alto de Abundancia Relativa es la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) con el 58.70% (27 Individuos); mientras que la Cuija (*Hemidactylus frenatus*) presento la menor abundancia Relativa con el 4.35% (dos Individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	Abundancia	Abundancia Relativa
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	5	10.87%
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	2	4.35%
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	3	6.52%
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	9	19.57%
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	27	58.70%
Total			46	100%

Tabla 50. Abundancia y abundancia relativa de reptiles en el SA.

Aves

En total se detectaron 26 especies de Aves, distribuidos en 15 Familias, la Familia Icteridae y la Tyrannidae son las mejores representadas con cuatro especies cada uno. Las especies con el valor más alto de Abundancia Relativa son el Luisito común (*Myiozetetes similis*) con el 8.89% (20 Individuos) y el Perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con el 9.78% (22 Individuos); mientras que el Tordo cantor (*Dives dives*), el Luis bien te veo (*Pitangus sulphuratus*) y el Tirano piriri (*Tyrannus melancholicus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.89% (dos Individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	Abundancia	Abundancia Relativa
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	5	2.22%
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	7	3.11%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	8	3.56%
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11	4.89%
Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tortolita cola larga	8	3.56%
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	3.11%
Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma alas blancas	11	4.89%
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	12	5.33%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	Abundancia	Abundancia Relativa
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	7.11%
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0.89%
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	18	8.00%
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	10	4.44%
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	17	7.56%
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	3	1.33%
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	6	2.67%
Poliopitidae	<i>Poliopitula caerulea</i>	Perlita Azulgris	4	1.78%
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	8	3.56%
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	9.78%
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de Collar	7	3.11%
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipictus</i>	Salta pared moteado	3	1.33%
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	7	3.11%
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	3	1.33%
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	6	2.67%
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	20	8.89%
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	2	0.89%
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	2	0.89%
Total			225	100%

Tabla 51. Abundancia y abundancia relativa de aves en el SA.

Mamíferos.

En total se detectaron tres especies de Mamíferos, distribuidos en tres Familias. Las especies dominantes son la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) con el 40.00% (cuatro individuos) cada uno. Mientras que la Ardilla gris (*Sciurus aureoagaster*) presento la menor abundancia relativa con el 20.00% (dos Individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	4	40.00%
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	4	40.00%
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla gris	2	20.00%
Total			10	100%

Tabla 52. Abundancia y abundancia relativa de mamíferos en el SA.

7.2.1.1.2. Índice de Diversidad

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). (Magurran, 2001).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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). (Magurran, 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.

Anfibios.

De los anfibios solo se detecto a una especie por lo que este grupo presenta una nula diversidad.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2	1	0.00	0.00
Total			2	Diversidad		0.00
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.00			0.00			

Tabla 53. Diversidad de Shannon-Wiener de anfibios en el SA.

Reptiles.

Los Reptiles presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **1.19** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja. La equitatividad refleja que existen especies que dominan el grupo, como la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) que presenta 20 individuos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	5	0.11	-2.22	-0.24
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	2	0.04	-3.14	-0.14
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	3	0.07	-2.73	-0.18
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	9	0.20	-1.63	-0.32
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	27	0.59	-0.53	-0.31
Total			46	Diversidad		1.19
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.61			0.74			

Tabla 54. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el SA.

Aves.

Las Aves presentan una diversidad **ALTA**, al obtener una diversidad de **3.05** la bibliografía cita, que en resultados mayores a 3 la diversidad es alta. La equitatividad refleja que hay un equilibrio entre el número de especies y de individuos 26 especies vs 225 individuos, es decir son equitativos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	5	0.0222	-3.81	-0.08
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	7	0.0311	-3.47	-0.11
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	8	0.0356	-3.34	-0.12
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11	0.0489	-3.02	-0.15
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	8	0.0356	-3.34	-0.12
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	0.0311	-3.47	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11	0.0489	-3.02	-0.15
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	12	0.0533	-2.93	-0.16
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	0.0711	-2.64	-0.19
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0.0089	-4.72	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	18	0.0800	-2.53	-0.20
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	10	0.0444	-3.11	-0.14
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	17	0.0756	-2.58	-0.20
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	3	0.0133	-4.32	-0.06
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	6	0.0267	-3.62	-0.10
Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	4	0.0178	-4.03	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	8	0.0356	-3.34	-0.12
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	0.0978	-2.33	-0.23
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de Collar	7	0.0311	-3.47	-0.11
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Salta pared Moteado	3	0.0133	-4.32	-0.06
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	7	0.0311	-3.47	-0.11
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	3	0.0133	-4.32	-0.06
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	6	0.0267	-3.62	-0.10
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	20	0.0889	-2.42	-0.22
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	2	0.0089	-4.72	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	2	0.0089	-4.72	-0.04

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Total			225	Diversidad		3.05
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
3.26			0.94			

Tabla 55. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el SA.

Mamíferos.

Los Mamíferos presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **1.05** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los Mamíferos presentan un índice de diversidad menor a 2. La equitatividad refleja que hay un equilibrio entre el número de especies y de individuos tres especies vs 10 individuos, es decir son equitativos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	4	0.40	-0.92	-0.37
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	4	0.40	-0.92	-0.37
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla gris	2	0.20	-1.61	-0.32
Total			10	Diversidad		1.05
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.10			0.96			

Tabla 56. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el SA.

7.2.3. Área del proyecto

7.2.3.1. Riqueza de especies

En el Área de Proyecto se registraron un total de 24 especies (cuatro especies de Reptiles, 19 de Aves y una de Mamíferos).



Gráfico 5. Especies por grupo faunístico en el Área del Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Se registraron un total de **16 familias**, donde las familias mejor representadas por grupo son, los Reptiles con una especie por cada familia; de Aves las familias Icteridae y Tyrannidae con cuatro especies cada una; de Mamíferos solo una familia y una especie.

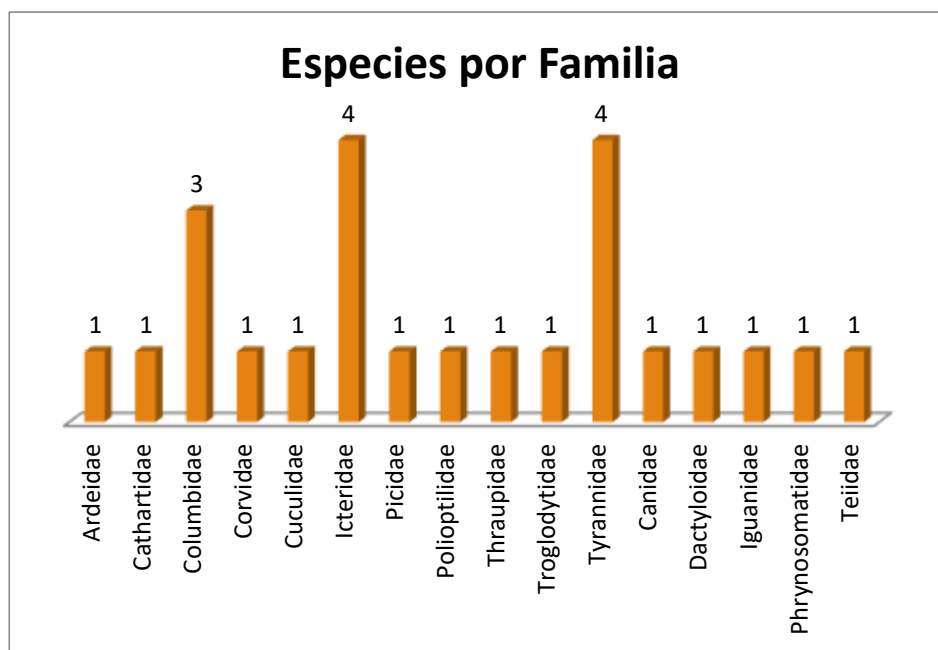


Gráfico 6. Riqueza de especies fauna en el Área del Proyecto.

7.2.3.1.1. Abundancia y Abundancia Relativa

Reptiles.

En total se detectaron cuatro especies de Reptiles, distribuidos en cuatro Familias. La especie con el valor más alto de Abundancia Relativa es la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) con el 79.31% (23 Individuos); mientras que el Abaniquillo (*Anolis unilobatus*), la Iguana cola espinosa del golfo (*Ctenosaura acanthura*) y la Lagartija escamosa variable (*Sceloporus variabilis*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 6.90% (dos Individuos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	6.90%
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	2	6.90%
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	2	6.90%
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	23	79.31%
Total			29	100%

Tabla 57. Abundancia y abundancia relativa de reptiles en el Área del Proyecto.

Aves.

En total se detectaron 19 especies de Aves, distribuidos en 11 Familias, las Familias Icteridae y Tyrannidae con cuatro especies son las mejor representadas. Las especies con el valor más

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

alto de Abundancia Relativa son la Calandria dorso negro mayor (*Icterus gularis*) y el Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con el 12.20% (12 Individuos) cada uno y el Luisito común (*Myiozetetes similis*) con el 13.82% (17 Individuos); mientras que el Tordo cantor (*Dives dives*), el Luis bien te veo (*Pitangus sulphuratus*) y el Tirano Piriri (*Tyrannus melancholicus*) presentaron la menor abundancia Relativa con el 0.81% (un Individuo).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	6	4.88%
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	4.07%
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	4	3.25%
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	4	3.25%
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5	4.07%
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	10	8.13%
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	12	9.76%
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.81%
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	15	12.20%
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	8	6.50%
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	15	12.20%
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3	2.44%
Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	3	2.44%
Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de Collar	4	3.25%
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	6	4.88%
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	2.44%
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	17	13.82%
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.81%
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.81%
Total			123	100%

Tabla 58. Abundancia y abundancia relativa de aves en el Área del Proyecto.

Mamíferos.

Solo se detecto una especie de Mamíferos, la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) presentando dos individuos y el 100% de abundancia relativa.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Abundancia Relativa
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	100.00%
Total			2	100%

Tabla 59. Abundancia y abundancia relativa de mamíferos en el Área del Proyecto.

7.2.3.1.2. Índice de Diversidad

Índice de Shannon-Wiener.

Reptiles.

Los Reptiles presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **0.74** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja. La

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

equitatividad refleja que existen especies dominantes, en este caso la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) con 23 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	Anolis unilobatus	Abaniquillo	2	0.0690	-2.67	-0.18
Iguanidae	Ctenosaura acanthura	Iguana cola espinosa del golfo	2	0.0690	-2.67	-0.18
Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija escamosa variable	2	0.0690	-2.67	-0.18
Teiidae	Aspidoscelis deppii	Lagartija verdi azul	23	0.7931	-0.23	-0.18
Total			29	Diversidad		0.74
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.39			0.53			

Tabla 60. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el Área del Proyecto.

Aves.

Las Aves presentan una diversidad **MEDIA**, al obtener una diversidad de **2.67** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, mientras que en resultados mayores a 3 la diversidad es alta, las Aves se encuentran entre ambos valores. La equitatividad refleja que entre el número de especies y el número de individuos existe una relación equitativa, se registraron en total 123 individuos en 19 especies.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	6	0.0488	-3.02	-0.15
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	0.0407	-3.20	-0.13
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	4	0.0325	-3.43	-0.11
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	4	0.0325	-3.43	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5	0.0407	-3.20	-0.13
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	10	0.0813	-2.51	-0.20
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	12	0.0976	-2.33	-0.23
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0081	-4.81	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	15	0.1220	-2.10	-0.26
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	8	0.0650	-2.73	-0.18
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	15	0.1220	-2.10	-0.26
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3	0.0244	-3.71	-0.09
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	3	0.0244	-3.71	-0.09
Thraupidae	<i>Sporophila moreletti</i>	Semillero de Collar	4	0.0325	-3.43	-0.11
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	6	0.0488	-3.02	-0.15
Tyrannidae	<i>Megarynychus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	0.0244	-3.71	-0.09
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	17	0.1382	-1.98	-0.27
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.0081	-4.81	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.0081	-4.81	-0.04
Total			123	Diversidad		2.67
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.94			0.91			

Tabla 61. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el Área del Proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Mamíferos.

De los Mamíferos solo se detecto a una especie por lo que este grupo presenta una nula diversidad.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	1	0.00	0.00
Total			2	Diversidad		0.00
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.00			0.00			

Tabla 62. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el Área del Proyecto.

7.2.4. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

La NOM-059-SEMARNAT-2010, es la Norma Oficial que indica la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene 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.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ♦ **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.

7.2.4.1. Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental, se detectó que cuatro especies de flora se encuentran incluidas en a NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se presentan a continuación:

Área	Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Sistema Ambiental	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	Peligro de extinción (P)
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 63. Especies de flora con estatus de protección en el SA.

En cuanto a las especies de fauna, se identificó que las siguientes se encuentran incluidas en a NOM-059-SEMARNAT-2010:

Área	Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Sistema Ambiental	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Amenazada (A)
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 64. Especies de fauna con estatus de protección en el SA.

7.2.4.2. Área de Proyecto

En el Área del Proyecto, solo una especie de flora se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es *Cedrela odorata* (Cedro), con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

En cuanto a las especies de fauna, en el Área del Proyecto, solo una especie de flora se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es *Ctenosaura acanthura* (Iguana cola espinosa del golfo), con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

**CAPÍTULO 8. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASAS DE EROSIÓN, ASÍ
COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL
ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUES DE LA
REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

ÍNDICE

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 LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL	1
8.1. Análisis comparativo de la tasa de erosión actual y en el supuesto de llevar a cabo la remoción de la Vegetación Forestal	1
8.1.1. Sistema Ambiental	1
8.1.2. Área de CUSTF.....	18
8.2. Análisis comparativo de la captación e infiltración del agua en las condiciones actuales y en el supuesto de llevar a cabo la remoción de la Vegetación Forestal	35
8.2.1. Sistema Ambiental	36
8.2.2. Área de CUSTF.....	43
8.3. Con el análisis comparativo determinará el déficit de la erosión y la infiltración por el CUSTF	48
8.3.1. Programa de Conservación de Suelo y Agua.....	48

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Ecuaciones regionalizadas para Factor R.....</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 2. Precipitación de la estación meteorológica dentro de la SA.</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 3. Coeficientes para Factor K, con base a la textura del suelo.</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 4. Tipos de suelo y claves edafológicas de acuerdo con la WRB.</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 5. Extensiones utilizadas.</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 6. Ecuaciones usadas para determinar Factor LS.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 7. Rangos de Factor LS en el SA.</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 8. Coeficientes de Factor C para la República Mexicana.</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 9. Coeficientes de Factor C en el SA.</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 10. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Hídrica en el SA.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 11. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 12. Valores de calificación de los suelos calcáreos.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 13. Calificación del uso de suelo (CAUSO).....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 14. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Eólica en el SA.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 15. Precipitación para el Factor R.</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 16. Extensiones utilizadas en ArcGis 10.1.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 17. Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 18. Valores promedio de LS.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 19. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 20. Clase de degradación en el área de CUSTF.</i>	<i>27</i>

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 21. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 22. Clase de degradación en el área tras el CUSTF.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 23. Erosión hídrica en el área del proyecto tras el CUSTF.</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 24. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 25. Valores de calificación de los suelos calcáreos.</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 26. Calificación del uso de suelo (CAUSO).</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 27. Memoria de cálculo de la erosión eólica.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 28. Clasificación de la erosión eólica presente en el área del proyecto.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 29. Memoria de cálculo de la erosión eólica tras el CUSTF.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 30. Clasificación de la erosión eólica en el área del proyecto tras el CUSTF.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 31. Resumen de tasas erosivas en el Área de CUSTF.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 32. Valores de K en función del tipo de suelo. Tomado de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1999).</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 33. Valores de K para el SA</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 34. Valores del coeficiente de escurrimiento en el SA.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 35. Memoria de cálculo del volumen de escurrimiento.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 36. Valores de K en función del tipo de suelo. Tomado de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1999).</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 37. Valor del coeficiente de escurrimiento.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 38. Cálculo del volumen de escurrimiento anual en el área de CUSTF.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 39. Valor del coeficiente de escurrimiento tras el CUSTF.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 40. Cálculo del escurrimiento anual tras la ejecución del CUSTF.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 41. Resumen de tasas erosivas en el área de CUSTF.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 42. Resumen de tasa de infiltración en el Área de CUSTF.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 43. Coordenadas UTM del Área de Reforestación.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 44. Plano de localización del área de Reforestación.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 45. Clasificación de la erosión hídrica actual en el área de reforestación.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 46. Clasificación de la erosión hídrica tras la ejecución de la reforestación.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 47. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 48. Valores de calificación de los suelos calcáreos.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 49. Clasificación de la erosión eólica actual en el área de reforestación.</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 50. Calificación del uso de suelo (CAUSO).</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 51. Clasificación de la erosión eólica posterior a la reforestación.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 52. Coeficiente de escurrimiento del actual en el área de reforestación.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 53. Volumen de escurrimiento actual del área de reforestación.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 54. Coeficiente de escurrimiento tras la reforestación.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 55. Volumen de escurrimiento tras la reforestación.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 56. Resumen de tasas erosivas en el Área de CUSTF y de Reforestación.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 42. Resumen de tasa de infiltración en el Área de CUSTF.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 56. Especies propuestas para programa de reforestación.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 57. Cronograma de actividades del Programa de Reforestación.</i>	<i>72</i>

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

LISTA DE FIGURA

<i>Figura 1. Regionalización de Factor R en la República Mexicana.</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Tipos de suelo en la SA.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. MDE del área de estudio del SA.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Curvas de nivel en el área de estudio del SA.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5. TIN del área de estudio del SA.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6. MDE generado del área de estudio del SA.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7. Rasters resultantes.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8. Rasters creados para obtener Factor LS.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 9. Factor LS en el SA.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 10. Uso de Suelo y Vegetación presente en el SA.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 11. Tipos de degradación laminar hídrica presentes en el SA.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 12. Tipos de degradación laminar eólica presentes en el SA.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 13. Tipo de suelo presente en el Área del Proyecto.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14. MDE del recuadro alrededor del Área de Proyecto.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 15. Curvas de Nivel a 50 m del recuadro alrededor del Área de Proyecto.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 16. TIN del recuadro alrededor del Área de Proyecto.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 17. MDE del Área de Proyecto.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 18. Raster creados.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 19. Raster creados a partir de las Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS</i>	<i>23</i>
<i>Figura 20. Factor LS del Área de CUSTF.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 21. Erosión hídrica en el área del proyecto actual.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 22. Erosión eólica del área del proyecto.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 23. Erosión eólica del área del proyecto tras el CUSTF.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 24. Erosión hídrica actual en el área de reforestación.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 25. Erosión hídrica posterior a la reforestación.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 26. Erosión eólica previa a la reforestación.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 27. Erosión eólica previa a la reforestación.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 28. Ejemplo de trazo Tres-Bolillo.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 15. Sistema de cepa común.</i>	<i>69</i>

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 LAS QUE SE TENDRÍAN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL

8.1. Análisis comparativo de la tasa de erosión actual y en el supuesto de llevar a cabo la remoción de la Vegetación Forestal

Con objetivo de resolver lo relativo a las hipótesis normativas planteadas en el Artículo 93, Primero Párrafo, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cual se refiere a la solicitud presentada para la autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, el cual dice 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 mitiquen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal."

Para el caso del proyecto, se pretende realizar el CUSTF en una superficie de **1.2692 Ha.** Por lo que, con base en 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:

8.1.1. Sistema Ambiental

8.1.1.1. Erosión Laminar Hídrica

Se ha observado que siempre existen pérdidas de suelo, aunque estas sean mínimas para algunos ecosistemas como el bosque y el pastizal en buenas condiciones. Para que el sistema se mantenga productivo sin sufrir degradación, es decir, con riesgo mínimo a la erosión, estas pérdidas deberán ser menores o iguales que las tasas de erosión permisibles.

Los Límites Permisibles de Erosión (LPE) se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Que las pérdidas de suelo sean menores o iguales a la velocidad de formación de suelo;
- Que las pérdidas de suelo se mantengan a un nivel que evite la formación de cárcavas y,
- Que las pérdidas de suelo permitan mantener una profundidad de suelo adecuada para sostener una productividad en el tiempo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Los LPE son variables en diferentes sitios, ya que son una función de la profundidad, tipo y procesos formadores del suelo, así como del clima (Ríos, 1987; Figueroa, *et al.*, 1991).

Para el caso del presente proyecto, 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 ton/ha; pérdidas mayores significan degradación.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo es la siguiente:

$$A = R * K * LS * C$$

Dónde:

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.

C = Factor de vegetación y cultivo.

Erosividad (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).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

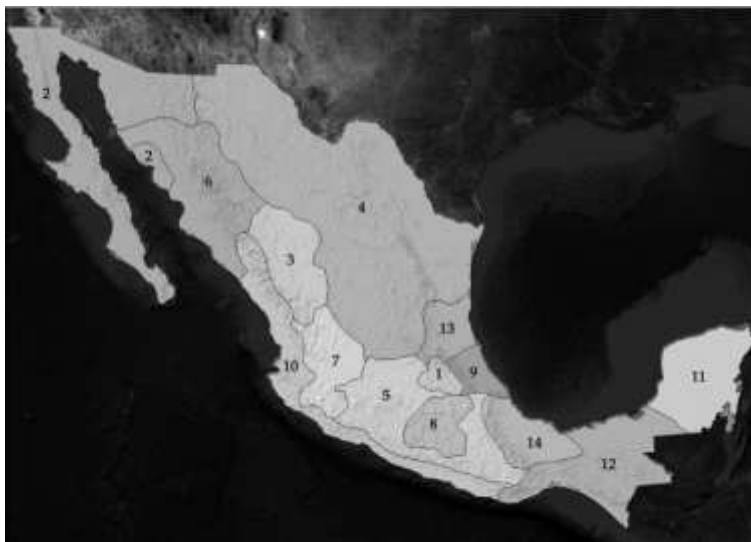


Figura 1. Regionalización de Factor R en la República Mexicana.

Región	Ecuación	R ²
1	$1.2078 * P + 0.002276 * P^2$	0.92
2	$3.4555 * P + 0.006470 * P^2$	0.93
3	$3.6752 * P - 0.001720 * P^2$	0.94
4	$2.8959 * P + 0.002983 * P^2$	0.92
5	$3.4880 * P - 0.000188 * P^2$	0.94
6	$6.6847 * P + 0.001680 * P^2$	0.90
7	$(-0.0334) * P + 0.0061 * P^2$	0.98
8	$1.9967 * P + 0.003270 * P^2$	0.98
9	$7.0458 * P - 0.002096 * P^2$	0.97
10	$6.8938 * P + 0.000442 * P^2$	0.95
11	$3.7745 * P + 0.004540 * P^2$	0.98
12	$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$	0.96
13	$10.7427 * P - 0.001008 * P^2$	0.97
14	$1.5005 * P + 0.002640 * P^2$	0.95

Tabla 1. Ecuaciones regionalizadas para Factor R.

Al interior de la SA existe 1 Estación Climatológica, en la que la sumatoria de la Precipitación es de 984.80 mm, este valor se utilizara para el cálculo del Factor R.

Estación	Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
No. 7372 Berriozábal	Media	5.7	5.1	2.6	17.3	78.2	213.0	160.1	174.2	196.1	100.1	21.7	10.7	984.8

Tabla 2. Precipitación de la estación meteorológica dentro de la SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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:

1. El salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
2. El flujo superficial o
3. 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 depositación 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 siguiente tabla:

Clave	Textura		
	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (3)
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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Clave	Textura		
	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (3)
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 3. Coeficientes para Factor K, con base a la textura del suelo.

Clasificación WRB					
Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave
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
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 4. Tipos de suelo y claves edafológicas de acuerdo con la WRB.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

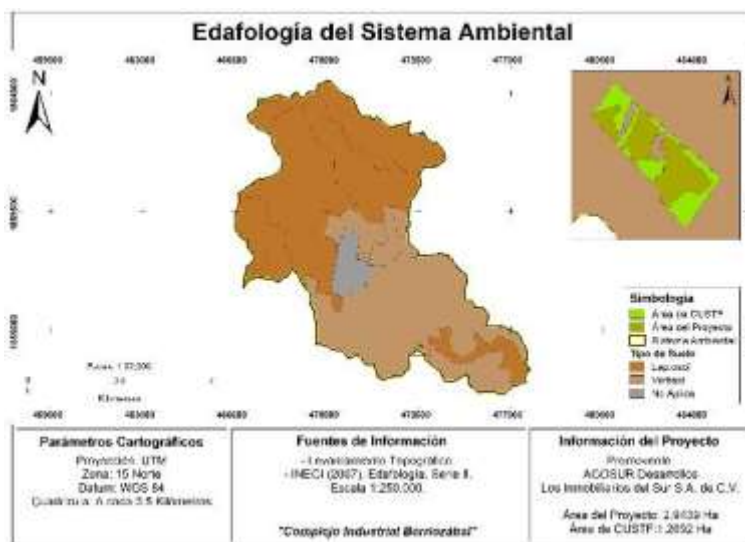


Figura 2. Tipos de suelo en la SA.

Factor LS.

La metodología del cálculo del factor longitud y grado de pendiente (LS) es el siguiente:

Longitud y grado de la pendiente (FACTOR LS)

La metodología establecida en la determinación del factor longitud y grado de pendiente (LS) fue el establecido por 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 L es el factor de longitud de la pendiente; λ es la longitud de la pendiente en metros; m es el exponente influenciado por la longitud y grado de la pendiente; 22.13 tamaño estándar de una parcela de observación.

El exponente m se calcula mediante la siguiente ecuación.

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

F (β) se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Donde β es el ángulo de la pendiente.

La longitud de la pendiente se calcula mediante la ecuación siguiente:

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

Donde DX es la distancia entre píxeles.

Inclinación (grado) de la pendiente (S)

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

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

Donde S es el factor de inclinación de la pendiente; β es el ángulo de la pendiente.

Descripción del Proceso.

Para obtener el valor de la LS se empleó el SIG ArcGis 10.6. Utilizando Extensiones de la Herramienta ArcToolbox. El proceso fue el siguiente:

Al archivo shapefile de la poligonal del SA donde se localiza el proyecto, se creó un cuadro alrededor de la misma, 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°.

De la página de INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Raster, posteriormente se delimito dicho archivo al del recuadro, esto con uso de la extensión Extracción de Spatial Analyst.

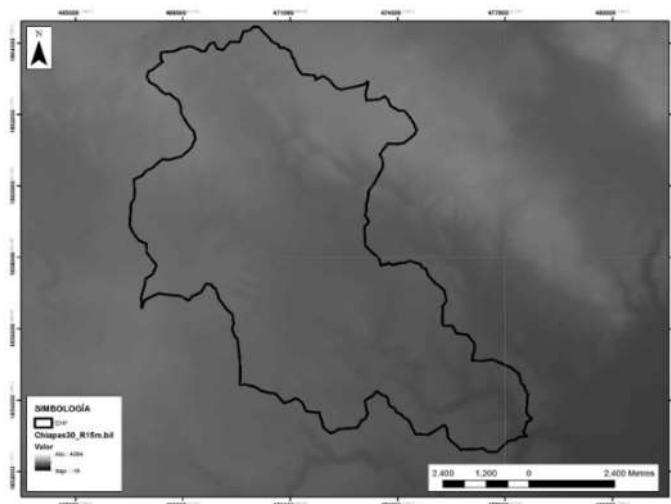


Figura 3. MDE del área de estudio del SA.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

A partir de este archivo se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile a cada 100 m.

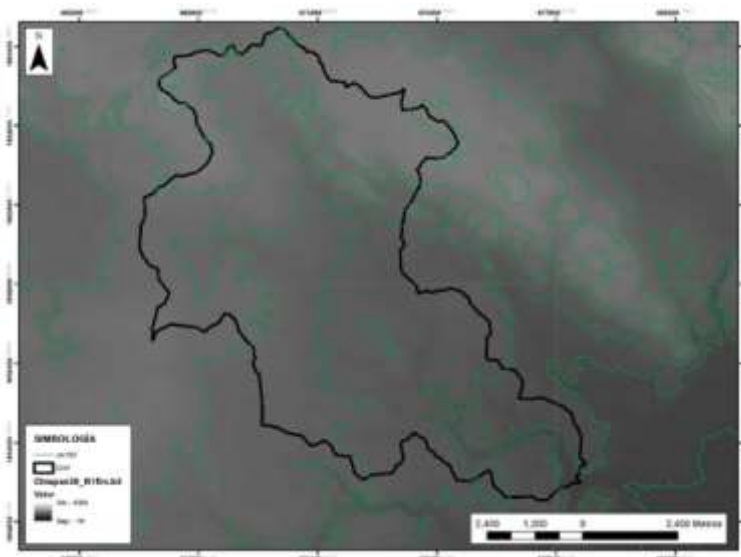


Figura 4. Curvas de nivel en el área de estudio del SA.

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.

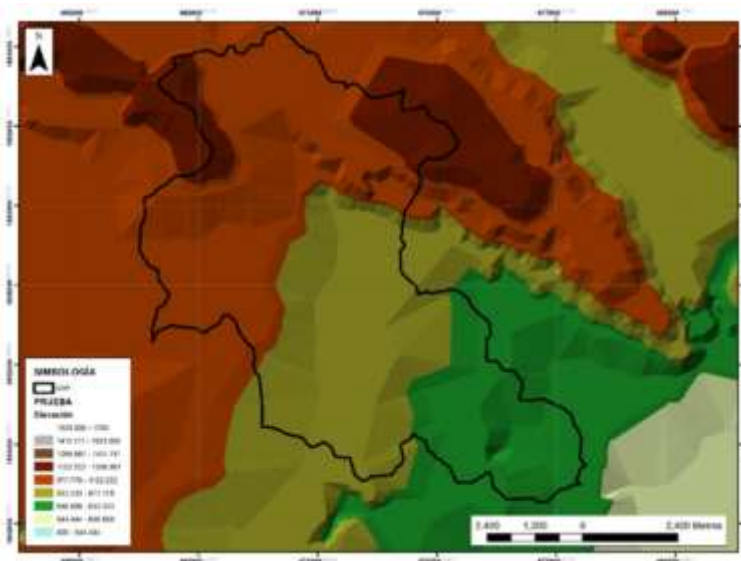


Figura 5. TIN del área de estudio del SA.

Para obtener el Modelo Digital de Elevación (MDE) del SA se convirtió la extensión conversión de Tin a Raster (3D Analyst).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

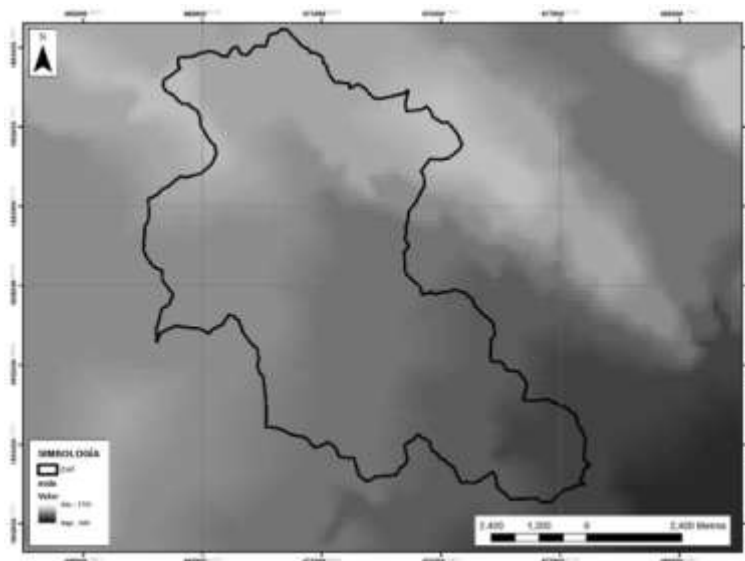
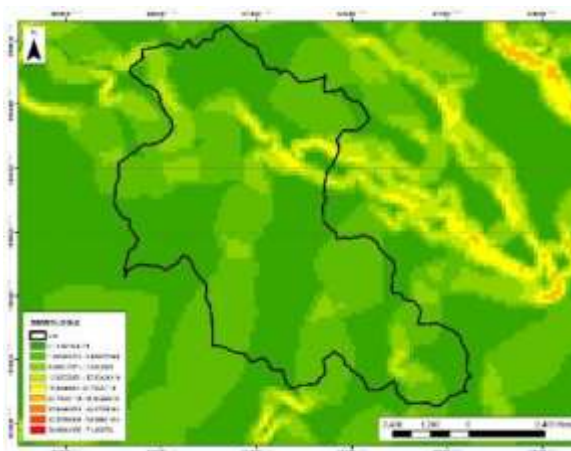


Figura 6. MDE generado del área de estudio del SA.

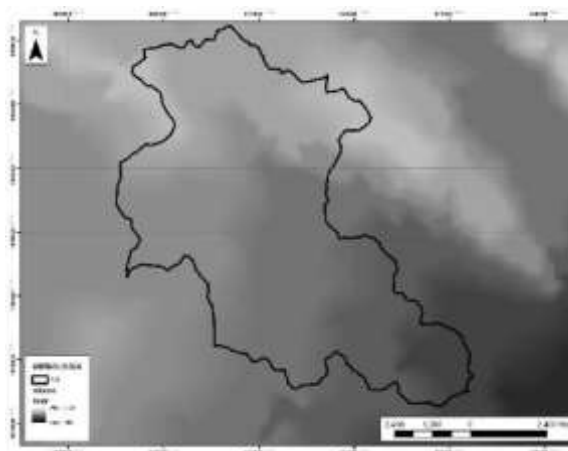
Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los siguientes archivos Raster con ayuda de las siguientes extensiones.

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

Tabla 5. Extensiones utilizadas.

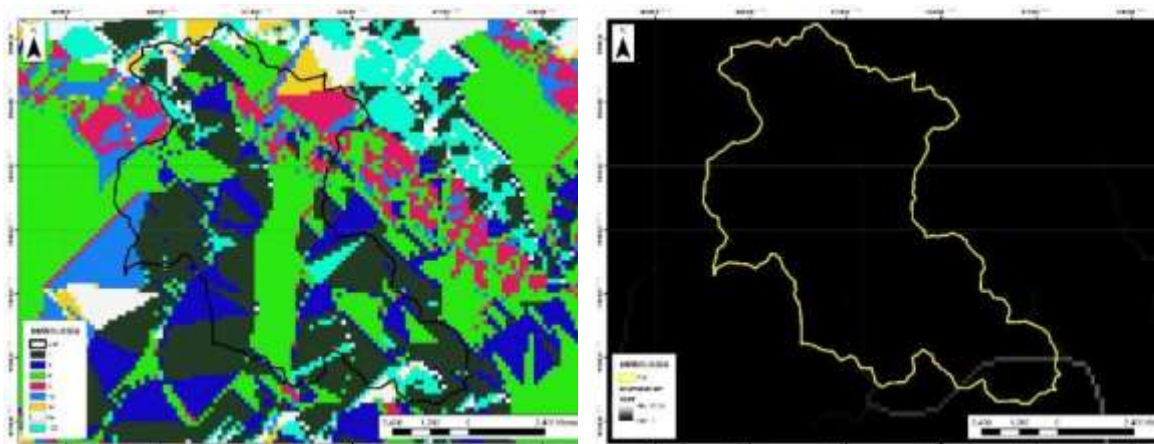


Pendiente (SLOPE)



Relleno (FILL)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”



Dirección de Flujo (FLOW DIR)

Acumulación de Flujo (FLOW ACC)

Figura 7. Rasters resultantes.

Luego con la Calculadora Raster de la extensión Algebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las siguientes operaciones.

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.
$\text{"\%factor\_F.tif\%"} / (1 + \text{"\%factor\_F.tif\%"})$	Factor M	Exponente de la Longitud de la Pendiente
$(\text{Power}(\text{"\%accumulation\%"} + 625, (\text{"\%factor\_M\%"} + 1)) - \text{Power}(\text{"\%accumulation\%"}, (\text{"\%factor\_M\%"} + 1))) / ((\text{Power}(25, (\text{"\%factor\_M\%"} + 2)) * \text{Power}(22.13, \text{"\%factor\_M\%"})))$	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 6. Ecuaciones usadas para determinar Factor LS.

El Factor LS es dado en rangos, para establecerle un valor se determinó tomar como el Factor_LS el valor promedio entre ambos valores, quedando de la siguiente manera:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Clase	Rango		Factor_LS
	Menor	Mayor	
1	0.029999999	0.878268831	0.4541
2	0.878268831	2.574806493	1.7265
3	2.574806493	5.119612986	3.8472
4	5.119612986	8.512688311	6.8162
5	8.512688311	12.47127619	10.4920
6	24.6297961	33.96075325	29.2953

Tabla 7. Rangos de Factor LS en el SA.

Como se observa en la siguiente figura, el SA en su mayoría se encuentra con valores del Factor LS de 0.4494.

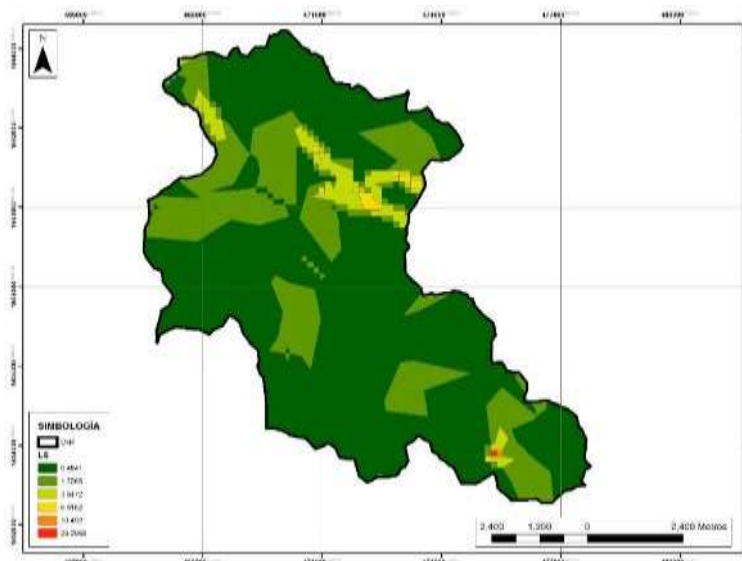


Figura 9. Factor LS en el SA.

Factor C

El factor 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 gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.10	Pastizal inducido	0.02

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
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 táscate	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Bosque de 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 microfilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetofilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tullar	0.10
Matorral rosetofilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaula	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. Coeficientes de Factor C para la República Mexicana.

El SA, presenta distintos Usos de Suelo y Vegetación, por lo que se utilizó un valor de C diferente, siendo el siguiente.

Uso de Suelo y Vegetación	Factor C
Agricultura de Temporal Anual	0.75
Agricultura de Temporal Permanente	0.75
Asentamientos Humanos	0.005
Desprovistos de Vegetación	- -
Pastizal Cultivado	0.02
Pastizal Inducido	0.02
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	0.45
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	0.50
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	0.50
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	0.45

Tabla 9. Coeficientes de Factor C en el SA.

Para el caso de las áreas Desprovistas de Vegetación, se le asigna un valor de 1 al valor del Factor C.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

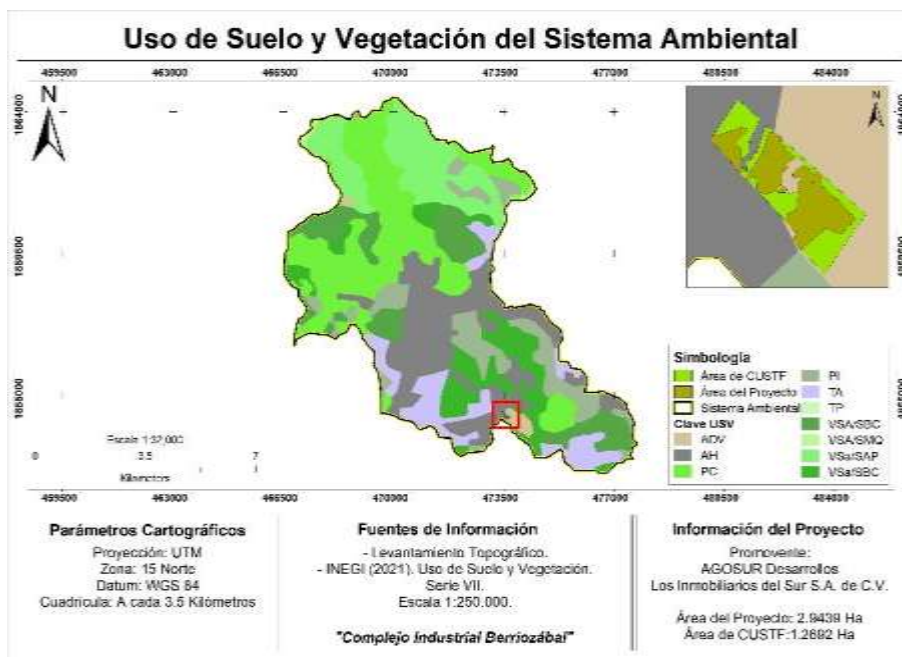


Figura 10. Uso de Suelo y Vegetación presente en el SA.

Estimación del Proceso Erosivo Actual en el SA

Factor R.

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

$$Factor R = 2.4619 * P + 0.006067 * P^2$$

P corresponde a la Precipitación media anual. Se utilizó el valor de 1,020.3 mm de precipitación media anual siendo el promedio de las estaciones cercanas al SA

$$R = (2.4619 \times 984.80) + (0.006067) \times (984.80)^2 = 2,424.48 + 0.006067 \times (969,831.04) \\ 2,424.48 + 5,883.96 = \mathbf{8,308.44}.$$

Factor R = 8,308.44 Mj/Ha mm/hr.

Factor K = 0.007, 0.02, 0.013 y 0.026.

Factor LS = 0.4541, 1.7265, 3.8472, 6.8162, 10.4920 y 29.2953.

Factor C = 0.005, 0.020, 0.450, 0.500, 0.750 y 1.000.

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:

$$EH_{POT} = R * K * LS * C$$

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 Raster, obteniendo

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

que para la SA la EH_{POT} la Degradación dominante es la categorizada como **Ligera** donde se presenta una tasa erosiva de menor a 12 Ton/Ha/Año, ocupando el 60.18% de la superficie de la SA.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	4,074.04	60.18%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	1,354.06	20.00%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	990.26	14.63%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	351.20	5.19%
Sin información	-----	0.00	0.00%
Total		6,769.57	100%

Tabla 10. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Hídrica en el SA.

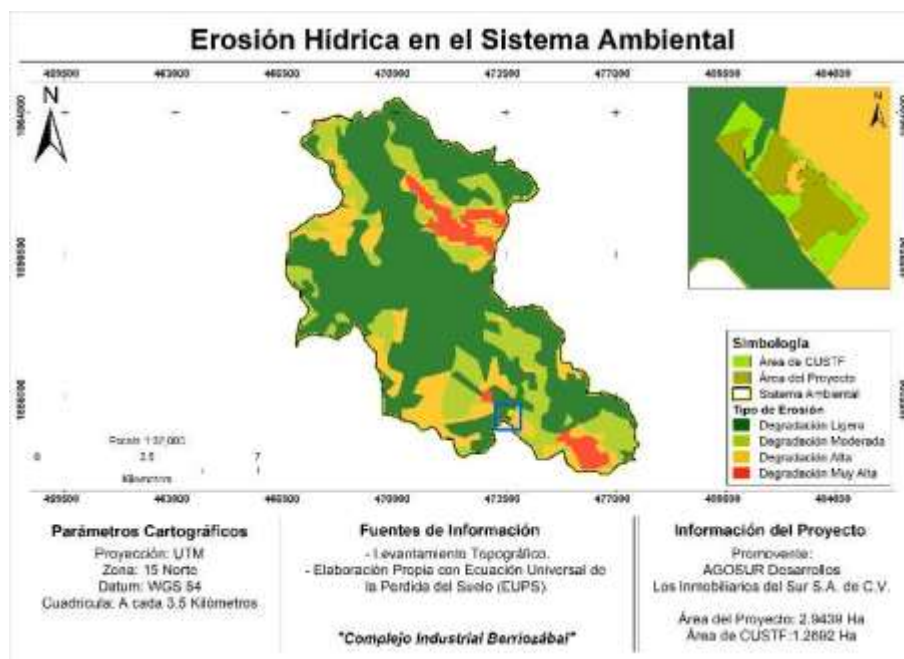


Figura 11. Tipos de degradación laminar hídrica presentes en el SA.

Erosión Hídrica 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 de la SA; obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **269,693.22 Ton/Año.**

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

8.1.1.2. Erosión Laminar Eólica

Para determinar si una región es propensa a la Erosión Laminar Eólica se aplicó la siguiente metodología:

1. Con base en el PECRE es posible estimar el parámetro IAVE, 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 IAVE se determina con base en la expresión siguiente:

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

Donde PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019.$$

Sustituyendo tenemos:

$$PECRE = 0.2408 * (984.80) - 0.0000372 * (984.80)^2 - 33.1019 = \mathbf{167.96}.$$

PECRE = 167.96.

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

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660 (167.96) = \mathbf{31.87}.$$

IAVIE = 31.87.

Por lo que, los suelos presentes en la SA, son propensos a la degradación eólica.

2. Habiendo determinado el área como zona de influencia de erosión eólica, se procedió a obtener los factores que al multiplicarse estimarán la cantidad de suelo perdido por este tipo de erosión, esto expresado en ton/ha/año.

Con la información de las unidades de suelo, se estableció si se trata o no de suelos calcáreos.

3. En los suelos **no calcáreos** se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2 y 3 y las fases gravosa y pedregosa. Los valores de calificación se obtuvieron de la siguiente tabla:

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos.
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Tabla 11. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4. En el caso de las unidades de **suelo calcáreas**, la calificación de la textura y la fase fue de acuerdo con los siguientes valores.

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o Gravosa

Tabla 12. Valores de calificación de los suelos calcáreos.

En la SA se ubican sobre suelos no calcáreos, por lo el valor de CATEX es el siguiente: Leptosol de textura 1, 2 y 3 por lo que se le asigna un valor CATEX de 3.5, 1.,25 y 1.85 respectivamente, el Suelo Vertisol de textura Fina se le asigna un valor CATEX de 1.85.

5. A continuación, se procedió a calificar el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

CAUSO	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.20	Agricultura de riego
0.15	Monte o Matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

Tabla 13. Calificación del uso de suelo (CAUSO).

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_{POT}).

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$Erosión\ Eólica\ Potencial = IAVE \times CATEX \times CAUSO$$

Se realizó la verificación respecto al cálculo de la Erosión Eólica Potencial con la aplicación del Programa ArcGis 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Raster, obteniendo que para es SA la EO_{POT} la Degradación dominante es la categorizada como **Ligera** donde se presenta una tasa erosiva de 12 a 50 Ton/Ha/Año, ocupando el 42.31% de la superficie del SA.

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	2,628.69	38.83%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	2,864.34	42.31%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	1,266.67	18.71%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	9.87	0.15%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.00	0.00%
Sin información	-----	0.00	0.00%

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Total		6,769.57	100%

Tabla 14. Superficie ocupada por Clase de Erosión Laminar Eólica en el SA.

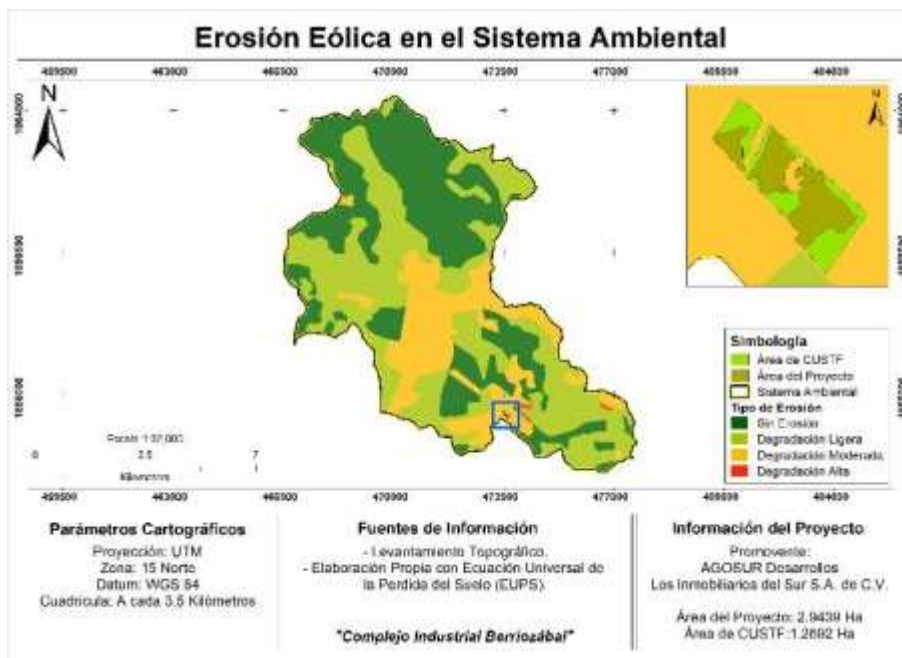


Figura 12. Tipos de degradación laminar eólica presentes en el SA.

Erosión Eólica Real.

Si se desea conocer la Erosión Eólica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EO_{POT} por la superficie de cada Polígono, el resultado refleja la Erosión Eólica Actual presente, lo anterior es conocido también como Erosión Eólica Real Actual (EO_{REAL}), pues se puede inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de la SA; obteniendo la corrección de que el total de Erosión Eólica Real Actual es de **173,639.80 Ton/Año.**

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

8.1.2. Área de CUSTF

8.1.2.1. Erosión Laminar Hídrica

La metodología para determinar la erosión laminar hídrica, se encuentra descrita en el apartado del Sistema Ambiental, por lo tanto, a continuación, únicamente se presenta la obtención de los factores:

Factor R

Cercano al Área de Proyecto existen 4 Estaciones Climatológicas, por lo que se determinó emplear el promedio de la Precipitación de estas estaciones para el cálculo del Factor R.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estación	Precipitación media												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
7165 TGZ	0.6	2.7	3.3	11.5	82.2	220.6	175.0	188.1	191.3	67.6	15.0	3.0	960.9
7202 TGZ	0.6	2.7	3.3	11.5	82.2	220.6	175.0	195.5	193.0	65.6	20.9	2.9	973.8
7176 TGZ	1.5	2.4	2.9	10.5	112.0	209.9	181.6	205.6	210.1	66.3	11.7	3.0	1,017.5
7238 Sabinal	24.8	19.1	9.3	21.8	87.5	183.6	175.1	214.7	205.2	128.4	48.6	48.0	1,166.1
PROMEDIO													1,029.6

Tabla 15. Precipitación para el Factor R.

Factor K

En el Área de Proyecto se presenta el tipo de Suelo con clave WRB VR (Vertisol) con textura 3; es decir, son suelos de textura Fina, por lo que el valor asignado para el Factor K es igual a VR (Vertisol) de 0.026.

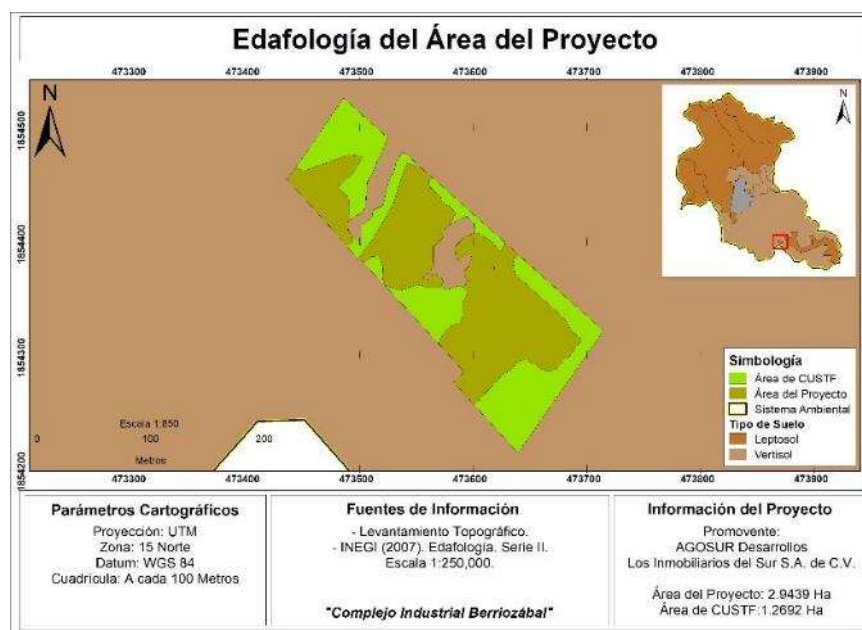


Figura 13. Tipo de suelo presente en el Área del Proyecto.

Factor LS

Para obtener el valor de la LS se empleó el SIG ArcGis 10.6. Utilizando Extensiones de la Herramienta ArcToolbox. El proceso fue el siguiente:

Al archivo shapefile del Área del Proyecto se le crea una poligonal, creando un cuadro alrededor de la misma, 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°.

Documento Técnico Unificado Modalidad B "Complejo Industrial Berriozábal"

De la página de INEGI se descargó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del Estado de Chiapas, en formato Raster, posteriormente se delimito dicho archivo al del recuadro, esto con uso de la extensión Extracción de Spatial Analyst.

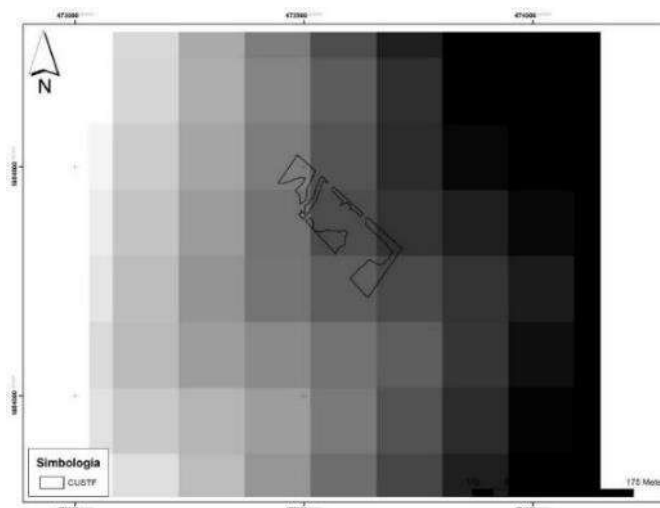


Figura 14. MDE del recuadro alrededor del Área de Proyecto.

A partir de este archivo se obtuvieron las curvas de nivel en formato shapefile, la distancia definida fue de 1 metro.

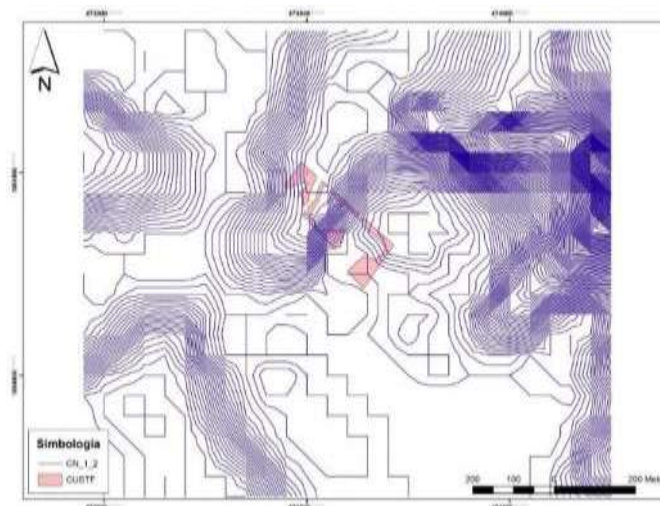


Figura 15. Curvas de Nivel a 50 m del recuadro alrededor del Área de Proyecto.

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

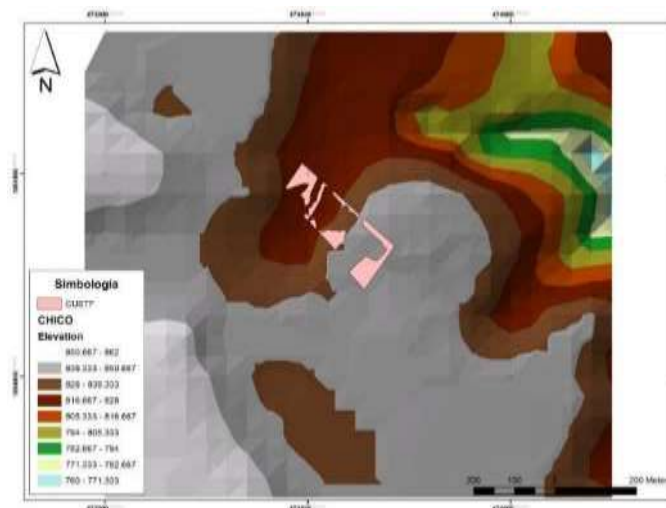


Figura 16. TIN del recuadro alrededor del Área de Proyecto.

Para obtener el Modelo Digital de Elevación (MDE) del SA se convirtió la extensión conversión de Tin a Raster (3d Analyst).

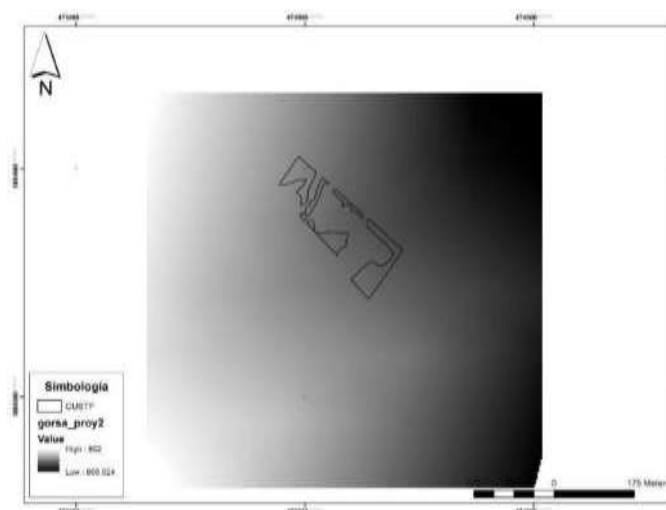


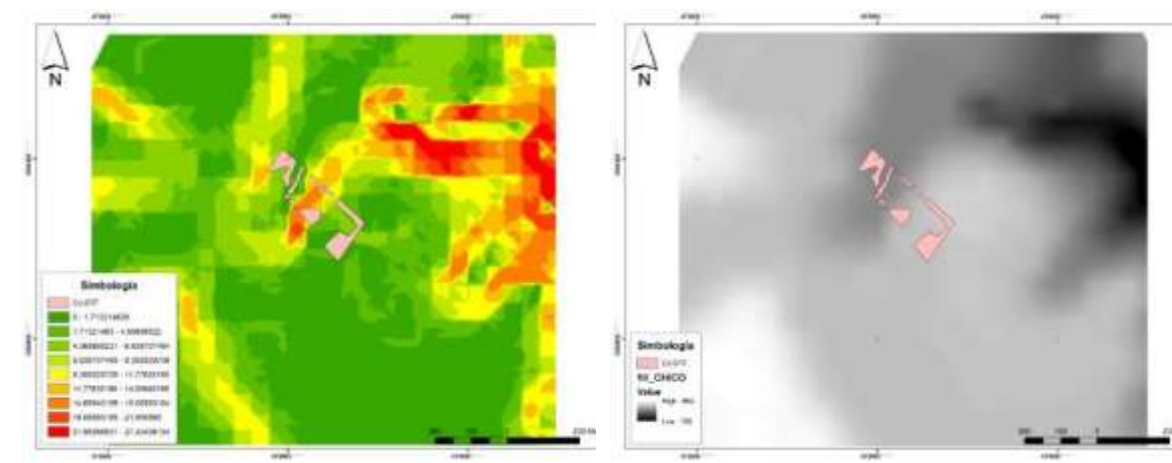
Figura 17. MDE del Área de Proyecto.

Posteriormente y con ayuda de la herramienta Spatial Analyst se crearon los siguientes archivos Raster con ayuda de las siguientes extensiones.

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

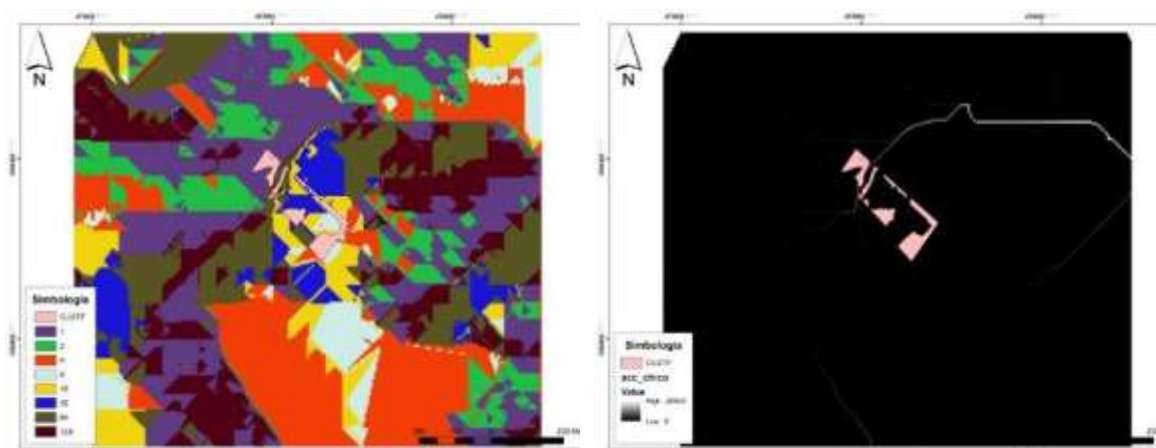
Tabla 16. Extensiones utilizadas en ArcGis 10.1.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”



Pendiente (SLOPE)

Relleno (FILL)



Dirección de Flujo (FLOW DIR)

Acumulación de Flujo (FLOW ACC)

Figura 18. Raster creados.

Luego con la Calculadora Raster de la extensión Algebra de Mapas de Spatial Analyst, se realizaron las siguientes operaciones.

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.
$\text{"\%factor\_F.tif\%"} / (1 + \text{"\%factor\_F.tif\%"})$	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 17. Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

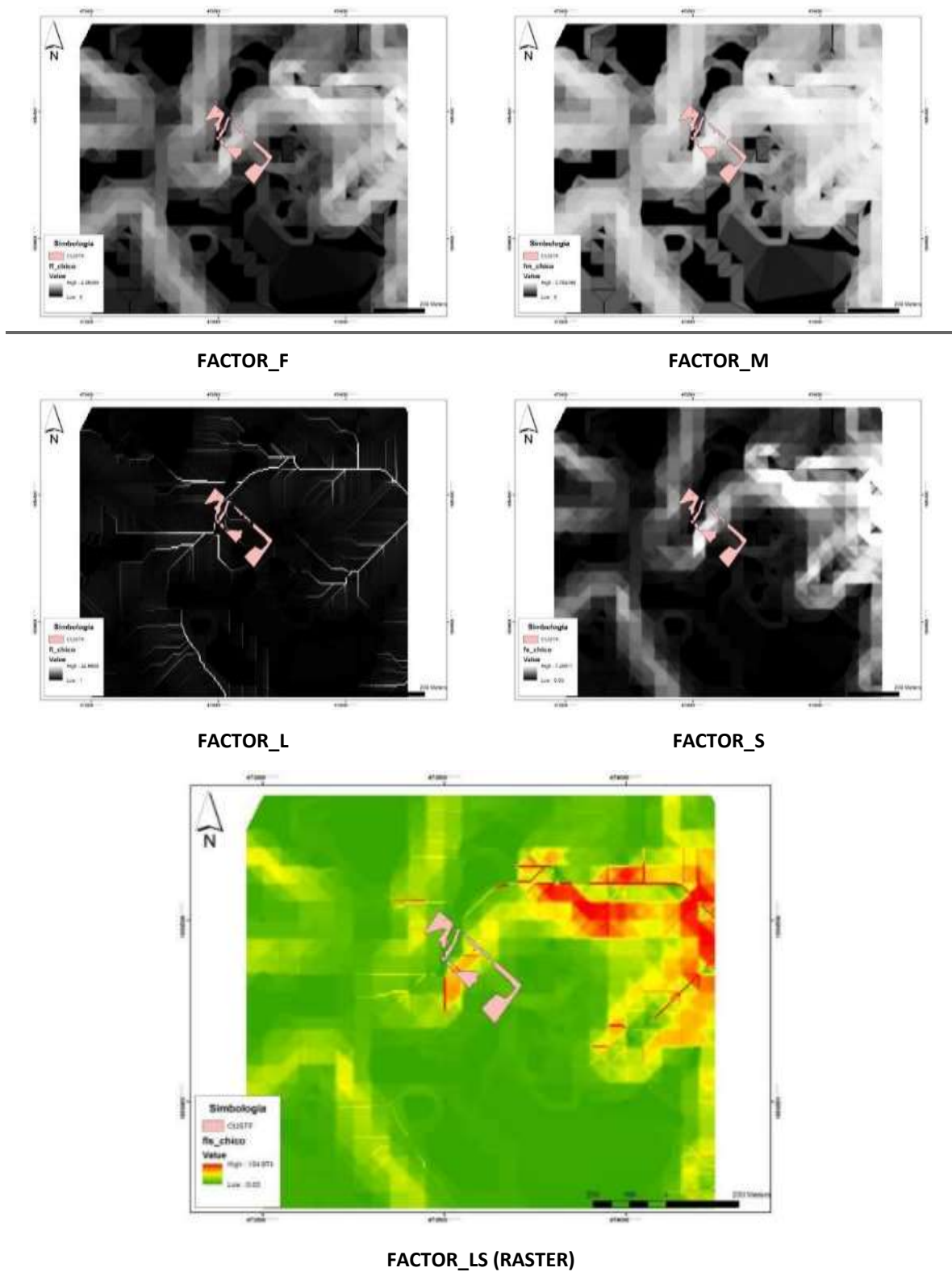


Figura 19. Raster creados a partir de las Ecuaciones empleadas en la elaboración del Factor LS

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

El Factor LS es dado en rangos, para establecerle un valor se determinó reclasificarlo con rangos de 0.5, del cual el valor asignado será el valor promedio de ambos rangos, siendo de la siguiente manera.

Rango	Menor	Mayor	LS
1	0.03	0.50	0.265
2	0.50	1.00	0.75
3	1.00	1.50	1.25
4	1.50	2.00	1.75
5	2.00	2.50	2.25
6	2.50	3.00	2.75
7	3.00	3.50	3.25
8	3.50	4.00	3.75
9	4.00	4.50	4.25
10	4.50	5.00	4.75
11	5.00	5.50	5.25
12	5.50	6.00	5.75
13	6.00	7.00	6.75

Tabla 18. Valores promedio de LS.

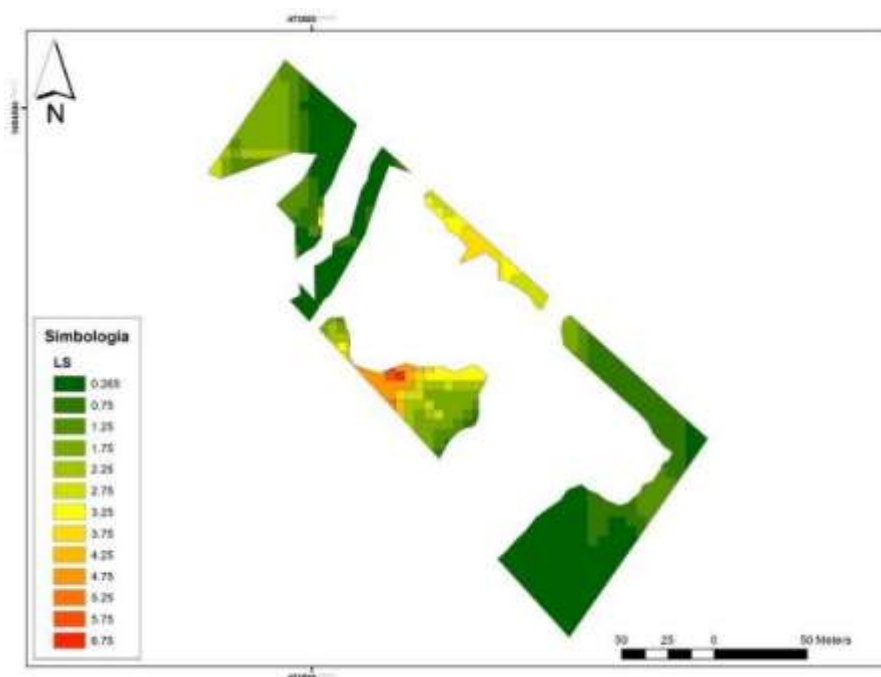


Figura 20. Factor LS del Área de CUSTF.

Factor C

El Área del Proyecto presenta el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia, por lo que el valor del Factor C asignado es de 0.50.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estimación del Proceso Erosivo Actual en el Área de CUSTF

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 promedio de precipitación media anual presentado.

$$R = (2.4619 \times 1,029.58) + (0.006067) \times (1,029.58)^2 = \mathbf{8,965.88}.$$

- **Factor R** = 8,965.88 Mj/Ha mm/hr.
- **Factor K** = 0.026.
- **Factor LS** = 0.265, 0.75, 1.25, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25, 3.75, 4.25, 4.75, 5.25, 5.75 y 6.75.
- **Factor C** = 0.5.

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:

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

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 Raster, obteniendo que para el SA la EH_POT asciende a un total **23,553.14 Ton/Ha/Año**.

EROSIÓN HÍDRICA 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 de CUSTF; obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **174.54 Ton/Año**.

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	FACTOR_C	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación
RG	2	VSa/SBC*	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.3008	9.29	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.75	0.5	553.64	0.0235	13.02	Erosión Moderada
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0972	3.00	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0943	2.91	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0241	10.55	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0451	3.94	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0184	0.57	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0330	4.81	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0009	0.23	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0109	1.58	Erosión Ligera

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	FACTOR_C	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0141	2.87	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.1241	10.85	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0014	0.44	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0173	5.54	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0089	3.37	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0003	0.13	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0024	0.77	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0026	0.82	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0156	5.92	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0005	0.18	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0003	0.11	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0003	0.05	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0018	0.16	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0028	0.24	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0052	0.45	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0003	0.03	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0005	0.18	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0043	1.39	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0050	1.01	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0107	1.56	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0028	0.56	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0025	0.65	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0126	3.31	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0003	0.11	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0028	0.40	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0791	16.14	Erosión Moderada
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0011	0.23	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0121	1.06	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0070	0.61	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0284	4.14	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0225	1.97	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0208	3.04	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0014	0.37	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0012	0.47	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0011	0.10	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.265	0.5	30.89	0.0133	0.41	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0012	0.18	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0027	0.40	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0008	0.16	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0003	0.04	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0027	0.87	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0101	2.66	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0011	0.57	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0011	0.48	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	5.75	0.5	670.20	0.0000	0.00	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.75	0.5	553.64	0.0000	0.00	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.75	0.5	553.64	0.0034	1.86	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	6.75	0.5	786.76	0.0027	2.15	Erosión Ligera

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	FACTOR_C	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0027	1.35	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0086	2.26	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.002727	1.19	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.000104	0.01	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0026	0.98	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0062	1.27	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0015	0.75	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0034	0.29	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	0.75	0.5	87.42	0.0047	0.41	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0165	2.41	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0087	2.27	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.75	0.5	203.97	0.0526	10.72	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0028	0.72	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0082	2.63	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.25	0.5	378.81	0.0212	8.02	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	5.25	0.5	611.92	0.0015	0.92	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0026	1.14	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0028	0.90	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.25	0.5	262.25	0.0054	1.42	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0028	0.89	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	6.75	0.5	786.76	0.0006	0.44	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	5.75	0.5	670.20	0.0027	1.83	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	1.25	0.5	145.70	0.0011	0.16	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	2.75	0.5	320.53	0.0005	0.17	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	3.75	0.5	437.09	0.0007	0.30	Erosión Ligera
RG	2	VSa/SBC	8,965.88	0.026	4.25	0.5	495.36	0.0044	2.18	Erosión Ligera
		VSa/SBC								
TOTAL							23,553.14	1.2692	174.54	

Tabla 19. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.

*USV= Uso de Suelo y Vegetación; VSa/SBC= Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	1.1665	91.91%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	0.1027	8.09%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
TOTAL		1.2692	100%

Tabla 20. Clase de degradación en el área de CUSTF.

Como se observa en la Tabla anterior el 91.91% del Área del Proyecto presenta una Erosión Ligera.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

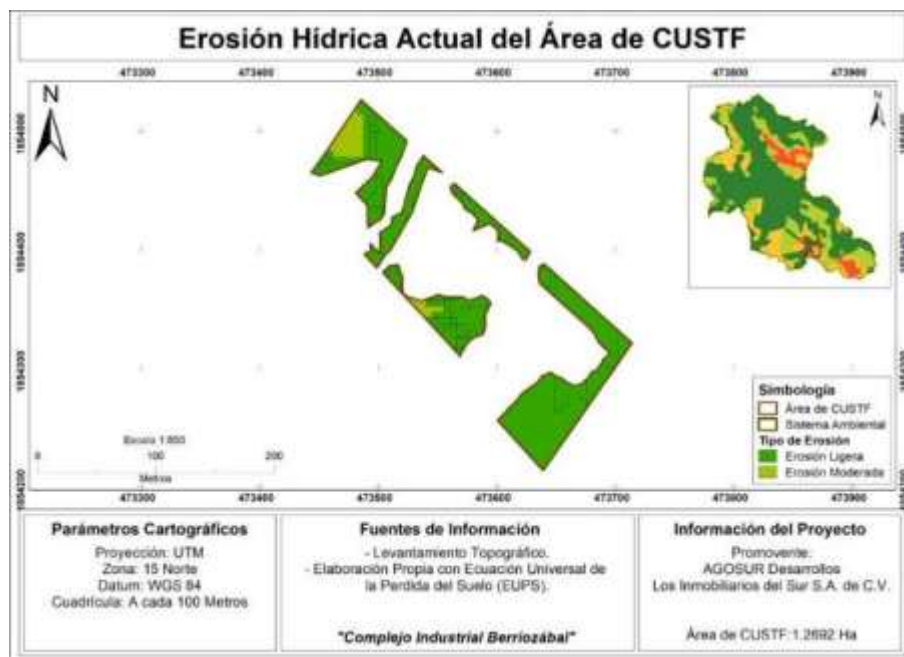


Figura 21. Erosión hídrica en el área del proyecto actual.

Estimación del Proceso Erosivo tras el CUSTF

La Ecuación a utilizar es la siguiente:

$$A = R * K * LS$$

Donde:

A = tasa de erosión anual (ton/ha/año).

R = factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/ha.h).

K = factor de erodabilidad del suelo (ton/h/MJ.mm).

LS = factor topográfico longitud-pendiente.

Como se observa se elimina de la ecuación el valor del Factor C, pues se infiere que este ya no existe.

- **Factor R** = 8,965.88 Mj/Ha mm/hr.
- **Factor K** = 0.026.
- **Factor LS** = 0.265, 0.75, 1.25, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25, 3.75, 4.25, 4.75, 5.25, 5.75 y 6.75.

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL

El cálculo de la Erosión Hídrica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Raster, obteniendo que para el Área de CUS la EH_{POT} asciende a un total **47,106.29 Ton/Ha/Año**.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

EROSIÓN HÍDRICA REAL

Si deseamos conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de CUSTF, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior se conoce como Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL}), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF (1.2692 Ha); obteniendo que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **349.08 Ton/Año**.

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación (Ton/Ha/Año)
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.3008	18.58	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.75	1107.29	0.0235	26.04	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0972	6.00	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0943	5.83	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0241	21.09	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0451	7.88	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0184	1.14	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0330	9.62	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0009	0.47	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0109	3.17	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0141	5.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.1241	21.69	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0014	0.88	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0173	11.08	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0089	6.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0003	0.26	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0024	1.55	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0026	1.64	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0156	11.85	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0005	0.35	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0003	0.22	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0003	0.09	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0018	0.31	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0028	0.49	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0052	0.91	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0003	0.05	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0005	0.37	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0043	2.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0050	2.03	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0107	3.12	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0028	1.13	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0025	1.30	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0126	6.63	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0003	0.22	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0028	0.80	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0791	32.28	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0011	0.46	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0121	2.12	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0070	1.22	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0284	8.28	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0225	3.93	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0208	6.07	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0014	0.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0012	0.93	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0011	0.19	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.265	61.77	0.0133	0.82	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0012	0.35	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0027	0.79	Erosión Ligera

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Suelo	Textura	USV*	FACTOR_R	FACTOR_K	FACTOR_LS	Erosión Potencial	Superficie (Ha)	Erosión Real	Degradación (Ton/Ha/Año)
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0008	0.31	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0003	0.07	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0027	1.74	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0101	5.32	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0011	1.13	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0011	0.96	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	5.75	1340.40	0.00000006	0.00009	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.75	1107.29	0.00000018	0.00020	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.75	1107.29	0.0034	3.71	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	6.75	1573.51	0.0027	4.29	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0027	2.70	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0086	4.51	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.002727	2.38	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.000104	0.02	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0026	1.95	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0062	2.54	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0015	1.49	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0034	0.59	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	0.75	174.83	0.0047	0.82	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0165	4.82	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0087	4.55	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.75	407.95	0.0526	21.44	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0028	1.45	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0082	5.27	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.25	757.62	0.0212	16.05	Erosión Moderada
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	5.25	1223.84	0.0015	1.84	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0026	2.29	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0028	1.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.25	524.50	0.0054	2.83	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0028	1.79	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	6.75	1573.51	0.0006	0.89	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	5.75	1340.40	0.0027	3.66	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	1.25	291.39	0.0011	0.33	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	2.75	641.06	0.0005	0.35	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	3.75	874.17	0.0007	0.60	Erosión Ligera
RG	2	Sin Vegetación	8,965.88	0.026	4.25	990.73	0.0044	4.36	Erosión Ligera
TOTAL						47,106.2875	1.2692	349.08	

Tabla 21. Memoria de cálculo de la erosión hídrica en el área de CUSTF.

*USV= Uso de Suelo y Vegetación.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	0.6438	50.72%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	0.6254	49.28%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
TOTAL		1.2692	100%

Tabla 22. Clase de degradación en el área tras el CUSTF.

Como se observa en la Tabla anterior el 50.72% del Área del Proyecto presenta una Erosión Ligera y el 49.28% una Erosión Moderada.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

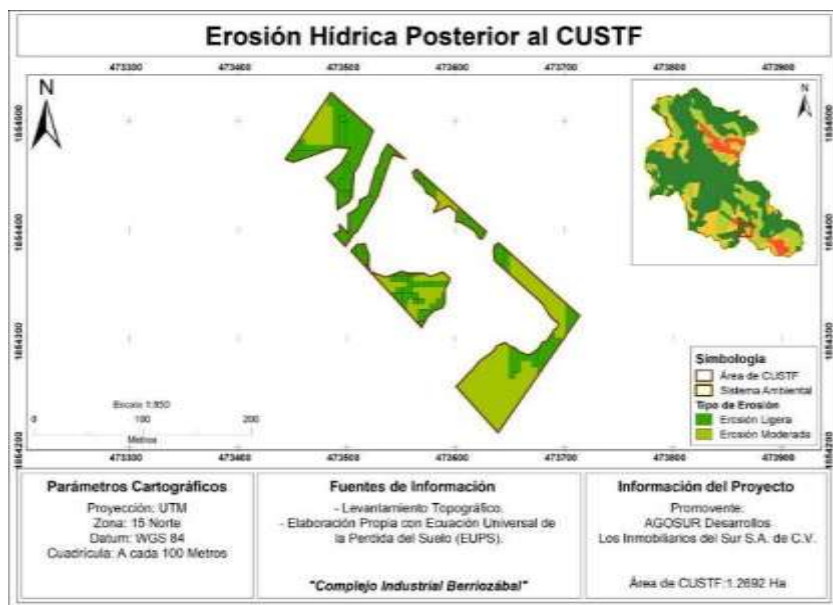


Tabla 23. Erosión hídrica en el área del proyecto tras el CUSTF.

Con lo anterior se establece un aumento en la Tasa Erosiva actual, es decir que de **174.54 Ton/Año** ascendió el doble a **349.08 Ton/Año**, notando un aumento de **174.54 Ton/Año**; por lo que deberán de implementarse las medidas necesarias para su mitigación o compensación.

8.1.2.2. Erosión Laminar Eólica

La metodología para determinar la erosión laminar eólica, se encuentra descrita en el apartado del Sistema Ambiental, por lo tanto, a continuación, únicamente se presenta la obtención de los factores:

Se presenta la metodología para la erosión eólica:

1. Para determinar si una zona o región es propensa a la degradación eólica, con base en el PECRE es posible estimar el parámetro IAVE, 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 IAVE se determina con base en la expresión siguiente:

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

PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408 * (PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019. \text{ Sustituyendo tenemos:}$$

$$PECRE = 0.2408 * (1,029.58) - 0.0000372 * (1,029.58)^2 - 33.1019 = 247.92 - 0.0000372 * (1,060,024.68) - 33.1019 = 247.92 - 39.4329 - 33.1019 = 175.39.$$

$$PECRE = 167.96.$$

$$IAVIE = 160.5282 - 0.7660 (PECRE) = 160.5282 - 0.7660 (175.39) = 160.5282 - 134.34 = 26.18.$$

$$IAVIE = 26.18.$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Por lo que, los suelos presentes en el Área de Proyecto, son propensos a la degradación eólica.

2. Habiendo determinado el área como zona de influencia de erosión eólica, se procedió a obtener los factores que al multiplicarse estimarán la cantidad de suelo perdido por este tipo de erosión, esto expresado en ton/ha/año.

Con la información de las unidades de suelo, se estableció si se trata o no de suelos calcáreos.

3. En los suelos **no calcáreos** se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2 y 3 y las fases gravosa y pedregosa. Los valores de calificación se obtuvieron de la siguiente tabla:

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos.
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Tabla 24. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.

4. En el caso de las unidades de **suelo calcáreas**, la calificación de la textura y la fase fue de acuerdo con los siguientes valores.

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o Gravosa

Tabla 25. Valores de calificación de los suelos calcáreos.

El Área de Proyecto se ubica sobre el Suelo Regosol no calcáreo de textura 2, por lo que se le asigna un valor CATEX de 1.25.

5. A continuación se procedió a calificar el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

CAUSO	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.20	Agricultura de riego
0.15	Monte o Matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

Tabla 26. Calificación del uso de suelo (CAUSO).

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_{pot})

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$Erosión\ Eólica\ Potencial = IAVE \times CATEX \times CAUSO$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

El cálculo de la Erosión Eólica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.6 y Excel, donde el Área de Proyecto se ubica en zonas con **48.44 Ton/Ha/Año**.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA REAL ACTUAL (EO_{REAL})

Si deseamos conocer la Erosión Eólica del área, debemos multiplicar el valor de la EO_{POT} por la superficie del Área de Proyecto, el resultado refleja la Erosión Eólica presente, lo anterior se conoce como Erosión Eólica Real (EO_{REAL}), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF; obteniendo que el total de Erosión Eólica Real de CUS es de **12.29 Ton/Año**.

USV*	Suelo	Textura	IAVIE	CATEX	CAUSO	EO_POT	SUP	EO_REAL	Degradación
VSa/SBC*	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.5472	5.30	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.2125	2.06	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.3314	3.21	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.1048	1.01	Sin Degradación
VSa/SBC	VR	3	26.18	1.85	0.2	9.6873	0.0733	0.71	Sin Degradación
Total						48.44	1.2692	12.29	

Tabla 27. Memoria de cálculo de la erosión eólica.

*USV= Uso de Suelo y Vegetación; VSa/SBC= Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	1.2692	100.00%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
Total		1.2692	100%

Tabla 28. Clasificación de la erosión eólica presente en el área del proyecto.

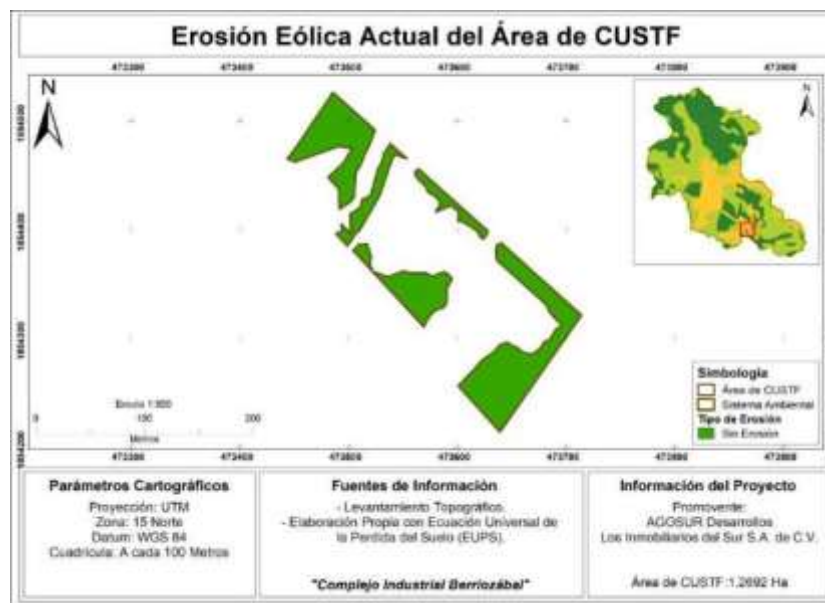


Figura 22. Erosión eólica del área del proyecto.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estimación del Proceso Erosivo tras el CUSTF

Para realizar la estimación de la Erosión Eólica tomando en cuenta que el Cambio de Uso de Suelo fue realizado, es necesario quitar de la ecuación el Factor del CAUSO, pues inferimos que ya no existe, los valores del IAVIE y de CATEX son los mismos, puesto que estos valores no pueden ser modificados por el cambio de uso de suelo.

$$\text{IAVIE} = 26.18$$

$$\text{CATEX} = 1.85$$

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_{POT})

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$\text{Erosión Eólica Potencial} = \text{IAVE} \times \text{CATEX}$$

El cálculo de la Erosión Eólica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.1, donde el total de suelo erosionado en el Área de Proyecto la EO_{POT} asciende a un total **242.18 Ton/Ha/Año**.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA REAL CON CUS (EO_{REAL})

Si deseamos conocer la Erosión Eólica del área, debemos multiplicar el valor de la EO_{POT} por la superficie del Área de Proyecto, el resultado refleja la Erosión Eólica presente, lo anterior se conoce como Erosión Eólica Real (EO_{REAL}), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de CUSTF; obteniendo que el total de Erosión Eólica Real de CUS es de **61.47 Ton/Año**

Uso de suelo y vegetación	Suelo	Textura	IAVIE	CATEX	EO_POT	Superficie (Ha)	EO_REAL	Degradación
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.5472	26.50	Degradación Ligera
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.2125	10.29	Sin Degradación
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.3314	16.05	Degradación Ligera
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.1048	5.07	Sin Degradación
Sin Vegetación	VR	3	26.18	1.85	48.4365	0.0733	3.55	Sin Degradación
Total					242.18	1.2692	61.47	

Tabla 29. Memoria de cálculo de la erosión eólica tras el CUSTF.

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	0.3906	30.78%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	0.8786	69.22%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
Total		1.2692	100%

Tabla 30. Clasificación de la erosión eólica en el área del proyecto tras el CUSTF.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

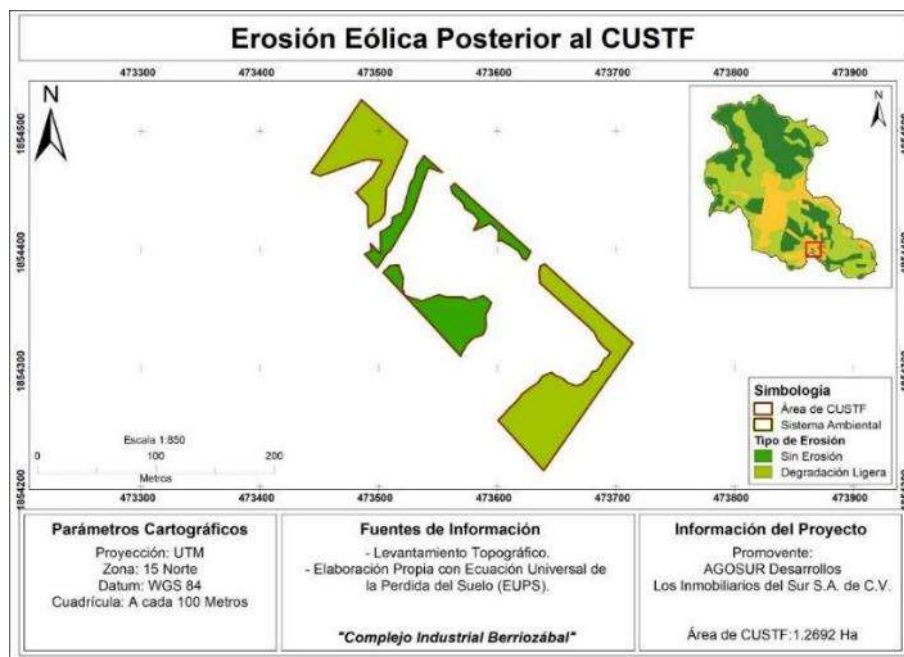


Figura 23. Erosión eólica del área del proyecto tras el CUSTF.

8.1.2.3. Tasa erosiva del Área propuesta a Cambio de Uso del Suelo

A continuación, se presente el resumen de la tasa erosiva en el área sujeta a CUSTF analizando las condiciones actuales y posterior a la ejecución del CUSTF:

Tipo de Erosión	Tasa Erosiva (Ton/Año)	
	Previo al CUSTF	Posterior al CUSTF
Hídrica	174.54	349.08
Eólica	12.29	61.47
Total	186.83	410.55

Tabla 31. Resumen de tasas erosivas en el Área de CUSTF.

De acuerdo con lo anterior, actualmente se erosionan **186.83 Ton/Anuales**, y una vez ejecutado el CUSTF, ascenderá a un **410.55 Ton/Anuales**, teniéndose una diferencia de **223.72 Ton/Anuales**.

Cabe mencionar que el aumento de la tasa erosiva será compensado mediante la implementación de un Programa a de Reforestación, el cual se describe en este capítulo.

8.2. Análisis comparativo de la captación e infiltración del agua en las condiciones actuales y en el supuesto de llevar a cabo la remoción de la Vegetación Forestal

Infiltración es 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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:

$$Infiltración = CAP - ETR - Ve$$

Donde:

Cap = Captación de Agua.

ETR= Evapotranspiración.

Ve= Volumen de escurrimiento.

8.2.1. Sistema Ambiental

8.2.1.1. 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.

$$Cap = P * A$$

Dónde:

Cap = Captación de Agua.

P= Precipitación.

A= Área de Captación.

Al interior del SA existe una Estaciones Climatológicas, la cual tiene una precipitación media anual de 984.80 mm; este valor se convierte a metros (0.9848 m) y se multiplica por la superficie del SA (6,769.57 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados, obteniéndose 67,695,688.9048 m².

$$Captación = 67,695,688.9048 \text{ m}^2 \times 0.9848 \text{ m} = 66,666,714.43 \text{ m}^3.$$

$$\textbf{Captación = 66,666,714.43 m}^3.$$

De acuerdo con lo anterior, dentro del SA se captan anualmente **66,666,714.43 m³** de agua de lluvia.

7.2.1.2. Cálculo de la Evapotranspiración

Es la cantidad de Agua que retorna a la Atmósfera, tanto por la transpiración de la vegetación como por la evaporación del suelo en m. Esta se calcula mediante la siguiente formula:

$$ETP = 16 * (10 T / I)^a$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Donde

T= Temperatura media mensual en °C y

a= Función del Índice de calor anual (I).

I= índice de calor anual y se calcula mediante:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

Donde

T= Temperatura media mensual en °C.

a= se calcula mediante:

$$a = 0.000000675 \times I^3 - 0.0000771 \times I^2 + 0.01792 \times I + 0.49239$$

Obtención del valor de I.

$$I = \left(\frac{22.4}{5} \right)^{1.514} = 9.67$$

Obtención del exponencial a.

$$a = 0.000000675 \times (9.67)^3 - 0.0000771 \times (9.67)^2 + 0.01792 \times (9.67) + 0.49239$$
$$a = 0.66$$

Obtención del valor de ETP.

$$ETP = 16 * \left(10 * \left(\frac{22.4}{9.67} \right)^{0.66} \right) = 278.16 \text{ mm}$$

$$ETP = 18,830,034.44 \text{ m}^3$$

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 278.16 mm este valor se convierte a metros (0.27816 m), los cuales al multiplicarlo por el área del SA en metros cuadrados (67,695,688.9048 m²) nos da un valor de 18,830,034.44 m³.

7.2.1.3. Cálculo del Volumen de Escurrimiento

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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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:

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando } K \text{ es mayor a } 0.15$$

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P = Precipitación media anual (m).

K = Factor que depende de la cobertura arbolada 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 siguiente.

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
<i>A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).</i>			
<i>B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).</i>			
<i>C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).</i>			

Tabla 32. Valores de K en función del tipo de suelo. Tomado de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1999).

Los suelos presentes en la superficie del SA corresponden al tipo A, B y C, con cobertura mayor al 75%, por lo que se toman diversos valores de K.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K
Agricultura de Temporal Anual	1	0.24
Agricultura de Temporal Anual	2	0.27
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30
Agricultura de Temporal Permanente	3	0.30
Asentamientos Humanos	1	0.00
Asentamientos Humanos	2	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00
Asentamientos Humanos	NA	0.00
Desprovisto de Vegetación	1	0.00
Desprovisto de Vegetación	3	0.00
Pastizal Cultivado	1	0.14
Pastizal Cultivado	2	0.20
Pastizal Cultivado	3	0.28
Pastizal Cultivado	NA	0.28
Pastizal Inducido	1	0.14
Pastizal Inducido	2	0.20
Pastizal Inducido	3	0.28
Pastizal Inducido	NA	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	1	0.07
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	2	0.16
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	NA	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	2	0.16
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3	0.24
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	2	0.16
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	3	0.24
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	1	0.07
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2	0.16
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24

Tabla 33. Valores de K para el SA

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Los datos vacíos (NA) se refirieren a las zonas que el tipo de textura menciona como cuerpos de agua zonas urbanas y no les asigna un valor.

Sustituyendo en la Ecuación, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Agricultura de Temporal Anual	1	0.24	0.1482
Agricultura de Temporal Anual	2	0.27	0.1792
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30	0.2102
Agricultura de Temporal Permanente	3	0.30	0.2102
Asentamientos Humanos	1	0.00	0.0000
Asentamientos Humanos	2	0.00	0.0000
Asentamientos Humanos	3	0.00	0.0000
Asentamientos Humanos	NA	0.00	0.0000
Desprovisto de Vegetación	1	0.00	0.0000
Desprovisto de Vegetación	3	0.00	0.0000
Pastizal Cultivado	1	0.14	0.0448
Pastizal Cultivado	2	0.20	0.1068
Pastizal Cultivado	3	0.28	0.1895
Pastizal Cultivado	NA	0.28	0.0000
Pastizal Inducido	1	0.14	0.0448
Pastizal Inducido	2	0.20	0.1068
Pastizal Inducido	3	0.28	0.1895
Pastizal Inducido	NA	0.00	0.0000
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	1	0.07	0.0257
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	0.0655
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	0.1482
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	NA	0.00	0.0000
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	2	0.16	0.0655
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3	0.24	0.1482
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	2	0.16	0.0655
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	3	0.24	0.1482
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	1	0.07	0.0257
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	0.0655
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	0.1482

Tabla 34. Valores del coeficiente de escurrimiento en el SA.

Una vez estimado el coeficiente de escurrimiento (Ce) es posible estimar el volumen de escurrimiento anual (Ve), el que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Donde:

V_e = Escurrimiento anual (m^3)

P_a = Precipitación media anual (m)

A_t = Área total (m^2)

C_e = Coeficiente de escurrimiento.

La memoria de cálculo se presenta a continuación, así también, se adjunta en formato digital en el Anexo.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	(Ha)	(m^2)	C_e	E_a
Agricultura de Temporal Anual	1	0.24	7.4219	74,218.67	0.1482	10,830.27
Agricultura de Temporal Anual	2	0.27	52.4688	524,688.39	0.1792	92,593.96
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30	152.4963	1,524,963.32	0.2102	315,705.01
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30	257.2666	2,572,665.52	0.2102	532,605.19
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30	84.1369	841,368.81	0.2102	174,184.09
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30	35.8321	358,321.26	0.2102	74,181.34
Agricultura de Temporal Anual	3	0.30	25.4149	254,148.79	0.2102	52,615.07
Agricultura de Temporal Permanente	3	0.30	8.7335	87,335.31	0.2102	18,080.56
Asentamientos Humanos	1	0.00	5.5816	55,816.13	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	1	0.00	4.2864	42,864.33	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	2	0.00	2.5093	25,093.17	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00	23.0484	230,484.37	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00	22.7829	227,829.18	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00	226.1982	2,261,981.88	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00	28.2989	282,988.92	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00	30.3383	303,383.18	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	3	0.00	665.9877	6,659,877.01	0.0000	0.00
Asentamientos Humanos	NA	0.00	247.8812	2,478,812.26	0.0000	0.00
Desprovisto de Vegetación	1	0.00	3.9450	39,449.56	0.0000	0.00
Desprovisto de Vegetación	3	0.00	41.2126	412,125.69	0.0000	0.00
Desprovisto de Vegetación	3	0.00	10.7696	107,696.38	0.0000	0.00
Pastizal Cultivado	1	0.14	28.0074	280,074.45	0.0448	12,348.16
Pastizal Cultivado	2	0.20	250.3278	2,503,278.30	0.1068	263,319.27
Pastizal Cultivado	3	0.28	79.7255	797,255.40	0.1895	148,813.84
Pastizal Cultivado	3	0.28	18.3182	183,182.07	0.1895	34,192.34
Pastizal Cultivado	3	0.28	21.5302	215,302.46	0.1895	40,187.86
Pastizal Cultivado	3	0.28	1149.2545	11,492,544.51	0.1895	2,145,171.68
Pastizal Cultivado	3	0.28	130.6138	1,306,138.37	0.1895	243,800.76
Pastizal Cultivado	NA	0.28	0.000000012	0.000115065	0.0000	0.00
Pastizal Inducido	1	0.14	15.0725	150,725.50	0.0448	6,645.31
Pastizal Inducido	1	0.14	25.1213	251,213.07	0.0448	11,075.69
Pastizal Inducido	2	0.20	13.2683	132,683.33	0.1068	13,956.93
Pastizal Inducido	2	0.20	2.3879	23,879.34	0.1068	2,511.86
Pastizal Inducido	2	0.20	0.9588	9,587.99	0.1068	1,008.56
Pastizal Inducido	2	0.20	5.5184	55,184.00	0.1068	5,804.79
Pastizal Inducido	3	0.28	15.3077	153,077.05	0.1895	28,573.01
Pastizal Inducido	3	0.28	14.8815	148,814.90	0.1895	27,777.44
Pastizal Inducido	3	0.28	29.1084	291,083.84	0.1895	54,333.03

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	(Ha)	(m²)	Ce	Ea
Pastizal Inducido	3	0.28	204.7408	2,047,407.68	0.1895	382,164.37
Pastizal Inducido	3	0.28	15.6416	156,415.65	0.1895	29,196.18
Pastizal Inducido	3	0.28	178.0596	1,780,595.93	0.1895	332,361.90
Pastizal Inducido	3	0.28	6.3647	63,647.45	0.1895	11,880.29
Pastizal Inducido	3	0.28	83.5858	835,858.26	0.1895	156,019.36
Pastizal Inducido	3	0.28	40.2605	402,605.12	0.1895	75,149.34
Pastizal Inducido	3	0.28	46.1112	461,111.66	0.1895	86,070.03
Pastizal Inducido	3	0.28	23.3701	233,701.00	0.1895	43,622.09
Pastizal Inducido	3	0.28	1.4666	14,666.20	0.1895	2,737.56
Pastizal Inducido	NA	0.00	0.0008	7.80	0.0000	0.00
Pastizal Inducido	NA	0.00	0.0002	2.47	0.0000	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	1	0.07	113.3885	1,133,884.72	0.0257	28,718.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	16.5578	165,578.46	0.0655	10,672.49
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	178.8908	1,788,907.61	0.0655	115,305.50
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	90.7516	907,516.32	0.1482	132,428.16
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	10.2327	102,327.36	0.1482	14,931.99
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	11.1779	111,778.99	0.1482	16,311.21
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	95.9302	959,301.51	0.1482	139,984.85
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	3.7573	37,572.56	0.1482	5,482.73
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	214.8358	2,148,358.34	0.1482	313,496.45
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	21.4632	214,631.84	0.1482	31,319.88
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	NA	0.00	0.0133	133.28	0.0000	0.00
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	2	0.16	4.3584	43,584.36	0.0655	2,809.27
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3	0.24	12.5943	125,942.88	0.1482	18,378.05
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	2	0.16	23.6021	236,020.53	0.0655	15,212.90
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	2	0.16	240.3928	2,403,928.09	0.0655	154,947.15
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	3	0.24	242.7125	2,427,124.89	0.1482	354,175.10
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	3	0.24	417.0455	4,170,454.58	0.1482	608,568.27
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	1	0.07	0.0963	963.45	0.0257	24.40
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	1	0.07	43.9700	439,700.46	0.0257	11,136.33
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	0.8284	8,283.64	0.0655	533.93
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	23.4957	234,957.26	0.0655	15,144.36
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	51.0969	510,968.91	0.0655	32,934.92
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	2	0.16	0.6299	6,298.98	0.0655	406.01
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	15.9385	159,384.73	0.1482	23,258.01
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	110.3637	1,103,637.05	0.1482	161,046.83
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	129.7747	1,297,747.40	0.1482	189,372.13
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	277.7649	2,777,649.23	0.1482	405,324.92
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	47.7566	477,565.53	0.1482	69,688.14
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	32.9828	329,827.70	0.1482	48,129.69
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	1.5502	15,502.49	0.1482	2,262.18
Total			6,769.5689	67,695,689.0453		8,351,520.98

Tabla 35. Memoria de cálculo del volumen de escurrimiento.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que, en la superficie del SA, se escurren anualmente **8,351,520.98 m³** de agua

7.2.1.4. Cálculo del Volumen de Infiltración

De los resultados obtenidos se desprende que el área del Sistema Ambiental recibe en promedio anualmente **66,666,714.43 m³ (100%)** de agua por medio de la precipitación, de la cual **8,351,520.98 m³ (12.53%)** se pierden en los escurrimientos superficiales; **18,830,034.44 m³ (28.25%)** regresan a la atmósfera por evapotranspiración y **39,485,159.02 m³ (59.23%)** se infiltran contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Con estos datos se hace la sustitución para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 66,666,714.43 - 8,351,520.98 - 18,830,034.44 = 39,485,159.02$$

$$\text{Infiltración} = 39,485,159.02 \text{ m}^3$$

De acuerdo con lo anterior, en el SA actualmente se infiltran **39,485,159.02 m³** de agua.

8.2.2. Área de CUSTF

8.2.2.1. 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.

Cerca del proyecto existen 4 Estaciones Climatológicas, en la que el promedio de ellas en precipitación media anual es de 1,029.58 mm; este valor se convierte a metros (1.029 m) y se multiplica por la superficie de CUS (1.2962 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados (12,692.00 m²).

$$\text{Captación} = 12,692.00 \text{ m}^2 \times 1.029 \text{ m} = 13,067.37 \text{ m}^3$$

$$\text{Captación} = 13,067.37 \text{ m}^3$$

En total en la superficie de CUSTF se capta anualmente **13,067.37 m³** de agua de lluvia

8.2.2.2. Cálculo de 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:

$$ETP = 16 \times \left(10 \frac{T}{I}\right)^a$$

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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:

$$I = \left(\frac{24.3}{5} \right)^{1.514} = 10.97$$

Obtención del exponencial a.

$$a = 0.000000675 \times (10.97)^3 - 0.0000771 \times (10.97)^2 + 0.01792 \times (10.97) + 0.49239$$
$$a = 1.72$$

Obtención del Valor de ETP

$$ETP = 16 \times \left(10 \times \left(\frac{24.3}{10.97} \right)^{1.72} \right) = 275.09 \text{ mm}$$

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 275.09 mm este valor se convierte a metros (0.27509 m), los cuales al multiplicarlo por el área de CUSTF en metros cuadrados (12,692.00 m²) nos da un valor de **3,491.43 m³**.

$$\text{ETR} = 3,491.43 \text{ m}^3$$

8.2.2.3. Cálculo del Volumen de Escurrimiento

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:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando K es igual o menor a 0.15} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando K es mayor que 0.15} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

Ce = Coeficiente de Ecurrimiento 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 36:

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			
<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
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).			

Tabla 36. Valores de K en función del tipo de suelo. Tomado de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1999).

El tipo de Suelo presente en el Área de CUS es de tipo C, con cobertura mayor al 75%, por lo que el valor de K es igual a 0.24.

Sustituyendo en la Ecuación 3, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Vegetación de Selva Baja Caducifolia	3	0.24	0.1535

Tabla 37. Valor del coeficiente de escurrimiento.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Una vez estimado el Coeficiente de Escurrimiento (C_e) es posible calcular el Escurrimiento Anual (V_e), que está dado por la expresión siguiente:

$$V_e = P_a \times A_t \times C_e$$

Donde:

V_e = Escurrimiento Anual (m^3).

P_a = Precipitación Media Anual (m).

A_t = Área Total (m^2)

C_e = Coeficiente de Escurrimiento (adimensional).

Dado que 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.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m^2)	C_e	V_e
VSa/SBC	3	0.24	0.5472	5,471.90	0.1535	865.05
VSa/SBC	3	0.24	0.2125	2,125.05	0.1535	335.95
VSa/SBC	3	0.24	0.3314	3,313.80	0.1535	523.88
VSa/SBC	3	0.24	0.1048	1,047.65	0.1535	165.62
VSa/SBC	3	0.24	0.0733	733.24	0.1535	115.92
TOTAL			1.2692	12,691.64		2,006.42

Tabla 38. Cálculo del volumen de escurrimiento anual en el área de CUSTF.

*VSa/SBC= Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que en el área del Proyecto se escurren anualmente **2,006.42 m^3** de agua.

8.2.2.4. Cálculo del Volumen de Infiltración

8.2.2.4.1. Cálculo del Volumen de Infiltración Actual en el área de CUSTF

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUSTF recibe en promedio anualmente 13,067.37 m^3 (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 2,006.42 m^3 (15.35%) se pierden en los escurrimientos superficiales; 3,491.43 m^3 (26.72%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y 7,569.51 m^3 (57.93%) 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:

$$\text{Infiltración} = 13,067.37 - 2,006.42 - 3,491.43 = \mathbf{7,569.51.}$$

$$\text{Infiltración} = \mathbf{7,569.51m^3.}$$

8.2.2.4.2. Cálculo del Volumen de Infiltración tras el CUSTF

Para calcular la Infiltración que se presentará en la Superficie que se propone a CUS, una vez realizado el Cambio de Uso del Suelo, se empleó el mismo cálculo que se realizó

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

anteriormente para las condiciones actuales, el único valor a modificar es el K en el cálculo del Coeficiente de Escurrimiento y en el del Volumen de Escurrimiento, modificando el valor de 0.16 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 B, 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 3, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Áreas Desnudas	3	0.30	0.2169

Tabla 39. Valor del coeficiente de escurrimiento tras el CUSTF.

Una vez estimado el coeficiente de escurrimiento (Ce) es posible estimar el volumen de escurrimiento anual (Ve), el que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce \quad Ec. 1$$

Donde:

Ve = Escurrimiento anual (m³)

Pa = Precipitación media anual (m)

At = Área total (m²)

Ce = Coeficiente de escurrimiento.

Dado que 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 el Escurrimiento Anual (Ve) se hizo para la Superficie propuesta a CUSTF del área del proyecto, actualmente provistas de vegetación.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m ²)	Ce	Ea
Sin Vegetación	3	0.30	0.5472	5,471.90	0.2169	1,222.16
Sin Vegetación	3	0.30	0.2125	2,125.05	0.2169	474.63
Sin Vegetación	3	0.30	0.3314	3,313.80	0.2169	740.14
Sin Vegetación	3	0.30	0.1048	1,047.65	0.2169	234.00
Sin Vegetación	3	0.30	0.0733	733.24	0.2169	163.77
TOTAL			1.2692	12,691.64		2,834.71

Tabla 40. Cálculo del escurrimiento anual tras la ejecución del CUSTF.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que, en el área de la superficie propuesta a CUSTF con el Cambio de Uso del Suelo se escurrirán anualmente **2,834.71 m³** de agua.

$$\text{Volumen de Escurrimiento} = 2,834.71 \text{ m}^3$$

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUS, una vez habiendo ejecutado el Cambio de Uso del Suelo recibirá en promedio anualmente 13,067.37 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 3,491.43 m³ (26.72%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento ascenderá a 2,834.71 m³ (21.69%); y la Infiltración descenderá a 6,741.23 m³ (51.59%).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación 1 para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 13,067.37 - 3,491.43 - 2,834.71 = \mathbf{6,741.23}.$$

$$\text{Infiltración} = \mathbf{6,741.23 \text{ m}^3}.$$

Lo anterior indica un **déficit de 828.28 m³** de agua que dejarán de infiltrarse, por lo que se deberán de implementar las medidas necesarias para su mitigación y/o compensación.

8.3. Con el análisis comparativo determinará el déficit de la erosión y la infiltración por el CUSTF

De acuerdo con lo presentado previamente, en el área de CUSTF actualmente se erosionan **186.83 Ton/Anuales**, y una vez ejecutado el CUSTF, ascenderá a un **410.55 Ton/Anuales**, teniéndose una diferencia de **223.72 Ton/Anuales**.

Tipo de Erosión	Tasa Erosiva (Ton/Año)	
	Previo al CUSTF	Posterior al CUSTF
Hídrica	174.54	349.08
Eólica	12.29	61.47
Total	186.83	410.55

Tabla 41. Resumen de tasas erosivas en el área de CUSTF.

Respecto a la infiltración, actualmente se infiltran **7,569.51 m³**, una vez ejecutado el CUSTF, se tendrá una tasa de **6,741.23 m³**, obteniéndose una diferencia de **828.28 m³**.

Tasa de Infiltración (m ³)		
Previo al CUSTF	Posterior al CUSTF	Diferencia
7,569.51	6,741.23	828.28

Tabla 42. Resumen de tasa de infiltración en el Área de CUSTF.

De acuerdo con lo presentado, será necesario implementar medidas necesarias para su mitigación y/o compensación el aumento en la tasa de erosión y el déficit en la capacidad de infiltración. Por lo tanto, se implementará un Programa de Reforestación, el cual se presenta a continuación:

8.3.1. Programa de Conservación de Suelo y Agua

Debido a la creciente demanda de terrenos para la agricultura, ganadería, desarrollos urbanos y la explotación de recursos, la pérdida y degradación de los ecosistemas se ha convertido en un problema que debe de atenderse de forma inmediata, antes de que dichas afectaciones impidan la recuperación de la vegetación a su estado natural, como ha sucedido en algunos casos actualmente.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

La implementación de Programas de Conservación de Suelo y Agua, se han convertido en estrategias claves que diversos órganos a escala pública y particular 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 el presente documento se propone implementar el Programa de Conservación de Suelo y Agua, a través de las actividades de reforestación, como medida de mitigación para el Proyecto “Complejo Industrial Berriozábal”; con el objetivo de dar cumplimiento al precepto de excepción del Artículo 93 de la LGDFS, el cual indica que, se tendrá que demostrar que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En este sentido, en el presente documento, se propone la ejecución de un Programa de Reforestación que se implementará como medida de mitigación para los impactos ambientales ocasionados por el aumento en la tasa de erosión laminar (hídrica y eólica) y el déficit de agua que se generarán a raíz de las actividades de CUSTF.

Los Programas de Reforestación sirven como estrategias, para mitigar los impactos que se generan durante el desarrollo de proyectos, o bien para recuperar áreas degradadas y potencializarlas para el desarrollo comunitario. Sin embargo, para garantizar el éxito de estos programas, es necesario realizar estudios de campo, que permitan conocer las condiciones del sitio susceptibles al establecimiento de la reforestación y que estas sean exitosas en su ejecución.

8.3.1.1. Objetivos

General

Definir las estrategias, actividades y metodología a seguir para la ejecución de las acciones de reforestación, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Párrafo Primero del Artículo 93 de la LGDFS.

Específicos

1. Delimitar el área donde se pretende llevar a cabo el Programa de Reforestación.
2. Seleccionar las especies a utilizar para la reforestación.
3. Definir la estrategia y metodología para llevar a cabo la reforestación.
4. Definir las actividades de mantenimiento y monitoreo que se aplicarán al Programa.
5. Calendarización de las etapas para la ejecución de la reforestación.
6. Determinar los indicadores que se emplearán para evaluar la efectividad del Programa

8.3.1.2. Reforestación

De acuerdo con lo establecido en la LGDFS en su Artículo 7, fracción LII, se define Reforestación como el *"Establecimiento de especies forestales en terrenos forestales"*, y en la fracción LXXX se define como Vegetación Forestal al *"conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales"*.

A continuación, se presentan los elementos necesarios para llevar a cabo la correcta ejecución e implementación del Programa de Reforestación:

- ◆ Ubicación de sitio a reforestar.
- ◆ Especies vegetales a plantar.
- ◆ Diseño y método de plantación.
- ◆ Calendarización de las etapas de reforestación.
- ◆ Establecimiento de las actividades de manejo, mantenimiento y monitoreo del sitio a reforestar.
- ◆ Indicadores que se emplearán para medir la eficiencia del programa.

8.3.1.2.1. Ubicación del área de reforestación

Con el objetivo de compensar el aumento en la tasa de erosión y el déficit de infiltración de agua que ocasionará la ejecución del CUSTF por el Proyecto "Complejo Industrial Berriozábal", se propone una superficie de **3.00 Ha** dentro del Sistema Ambiental para la ejecución del programa de reforestación, debido a que, por la naturaleza del proyecto, no es factible la ejecución de dicho programa dentro del Área del Proyecto.

El área de reforestación se delimita por las coordenadas UTM WGS84 Zona 15 N que se presentan a continuación:

Vértices	Coordenadas UTM		Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	473997.594	1853937.308	16	474208.820	1853871.804
2	473974.813	1853929.707	17	474191.371	1853862.650
3	473919.284	1854028.176	18	474201.594	1853835.113
4	473927.956	1854031.184	19	474182.101	1853832.078
5	473981.312	1854044.372	20	474150.286	1853833.408
6	474021.295	1854025.972	21	474151.351	1853850.466
7	474033.583	1854008.626	22	474140.078	1853858.635
8	474091.026	1854009.575	23	474126.741	1853856.613
9	474139.241	1854012.575	24	474115.471	1853867.841

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Vértices	Coordenadas UTM		Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
10	474147.489	1854047.226	25	474112.415	1853885.175
11	474174.145	1854035.979	26	474080.630	1853896.428
12	474165.908	1854010.503	27	474072.445	1853913.769
13	474160.748	1853985.023	28	474070.416	1853932.122
14	474192.488	1853937.069	29	474045.811	1853942.346
15	474212.978	1853916.655			

Tabla 43. Coordenadas UTM del Área de Reforestación.

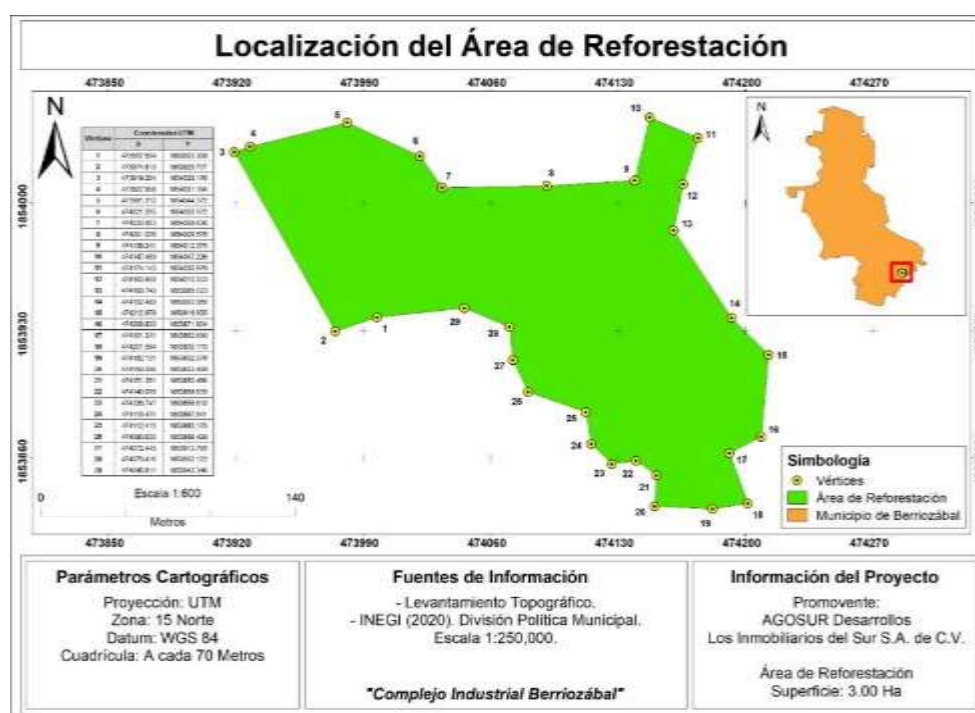


Tabla 44. Plano de localización del área de Reforestación.

8.3.1.2.2. Tasa de erosión e infiltración en el área de Reforestación

8.3.1.2.2.1. Erosión Laminar Hídrica

Considerando la metodología empleada en el apartado 8.1.1.1. del presente capítulo, se llevó a cabo el cálculo de la tasa de erosión hídrica en el área de Reforestación, sin embargo, el Factor C no es tomado en cuenta, ya que por la condición actual en el área propuesta se encuentra desprovista de vegetación.

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:

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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

P corresponde a la Precipitación media anual. Se utilizó el valor de 1,029.60 mm de precipitación media anual del Promedio de las estaciones climáticas presentes en la zona.

$$R = (2.4619 \times 1,121.60) + (0.006067) \times (1,029.58)^2 = 2,534.71 + 0.006067 \times (1,060,024.68) \\ = 2,534.71 + 6,431.17 = 8,965.88.$$

Factor R = 8,965.88 Mj/Ha mm/hr.

Factor K = 0.026.

Factor LS = 0.265, 0.75, 1.25, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25 y 3.75.

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:

$$EH_{POT} = R \times K \times LS$$

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 Raster, obteniendo que para el SA la EH_{POT} asciende a un total **21,741.27 Ton/Ha/Año.**

$$EH_{POT} = R \times K \times LS \times C$$

Erosión Hídrica 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 de Reforestación (3.000 Ha); obteniendo la corrección de que el total de Erosión Hídrica Real Actual es de **428.89 Ton/Año.**

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	0.2926	9.75%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	0.4831	16.10%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	2.2243	74.14%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
TOTAL		3.0000	100%

Tabla 45. Clasificación de la erosión hídrica actual en el área de reforestación.

De acuerdo con lo anterior, el 74.14% del Área de Reforestación presenta una Erosión Alta. En los anexos se presenta la base de datos en Excel del Cálculo de la Tasa Erosiva del área de Reforestación.

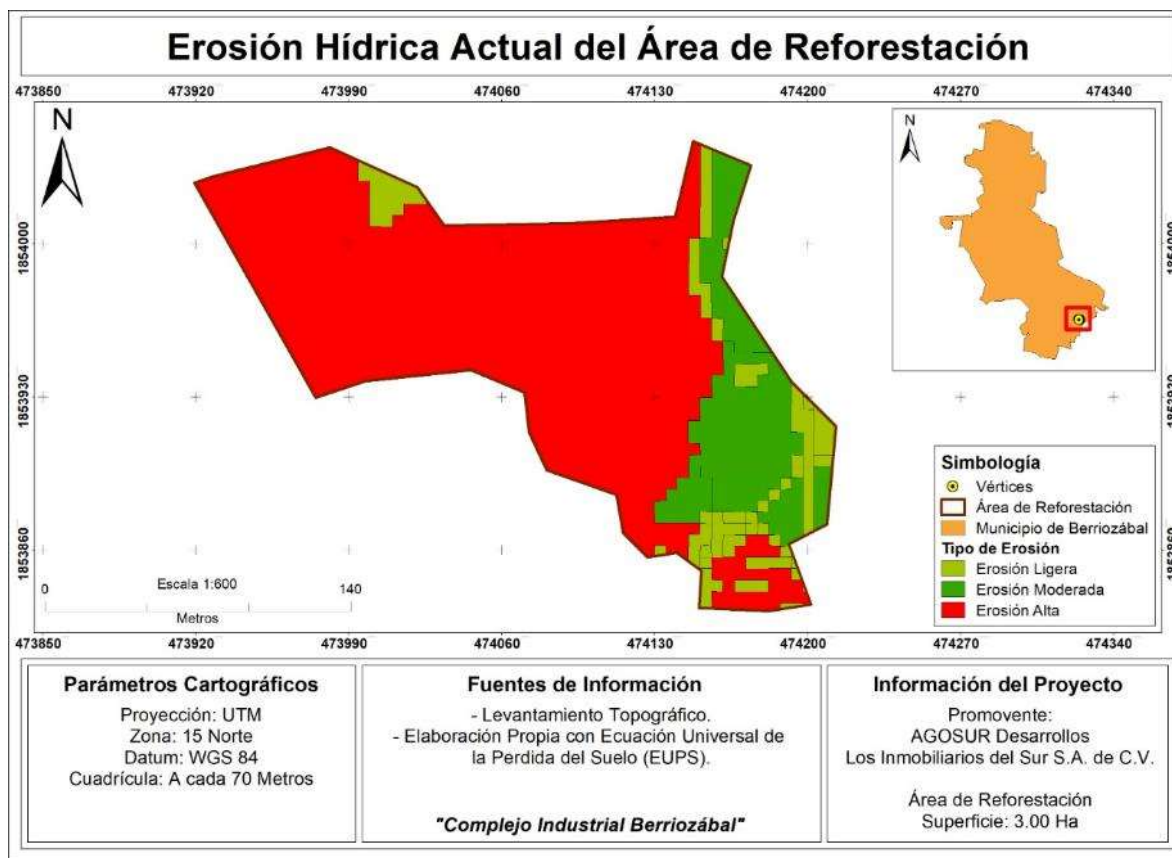


Figura 24. Erosión hídrica actual en el área de reforestación.

Estimación del Proceso Erosivo tras la reforestación

Para estimar la tasa erosiva tras la ejecución del CUSTF, se adiciona el Factor C, ya que la superficie propuesta contará con cobertura forestal-

Factor R = 8,965.88 Mj/Ha mm/hr.

Factor K = 0.026.

Factor LS = 0.265, 0.75, 1.25, 1.75, 2.25, 2.75, 3.25 y 3.75.

Factor C = 0.50

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:

$$EH_{POT} = R \times K \times LS \times C$$

El cálculo de la Erosión Hídrica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.6, haciendo uso de la herramienta Calculadora Raster, obteniendo que para el Área de Reforestación la EH_{POT} asciende a un total **10,870.64 Ton/Ha/Año**.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Erosión Hídrica Real.

Si deseamos conocer la Erosión Hídrica Actual del área, se debe multiplicar el valor de la EH_{POT} por la superficie de CUS, el resultado refleja la Erosión Hídrica Actual presente, lo anterior se conoce como Erosión Hídrica Real Actual (EH_{REAL}), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de Reforestación (3.000 Ha); obteniendo que el total de Erosión Hídrica Real será de **214.45 Ton/Año**.

Clase de Degradación	Valor de la Erosión Hídrica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Ligera	Menor de 12 ton/ha/año	0.4152	13.84%
Moderada	De 12 a 50 ton/ha/año	0.4481	14.94%
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año	2.1367	71.22%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
TOTAL		3.0000	100%

Tabla 46. Clasificación de la erosión hídrica tras la ejecución de la reforestación

De acuerdo con lo anterior, el 71.22% del Área de Reforestación presenta una Erosión Alta.

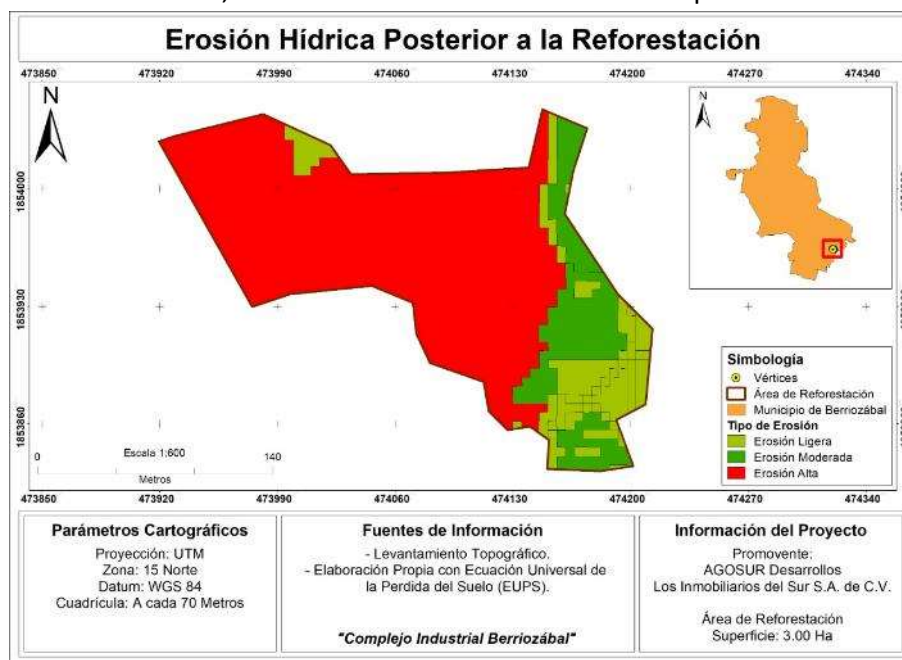


Figura 25. Erosión hídrica posterior a la reforestación.

En los anexos se presenta la base de datos en Excel del Cálculo de la Tasa Erosiva del área de Reforestación.

8.3.1.2.2. Erosión Laminar Eólica

Considerando la metodología empleada en el apartado 8.1.1.2. del presente capítulo, se llevó a cabo el cálculo de la tasa de erosión eólica en el área de Reforestación.

Para determinar si una zona o región es propensa a la degradación eólica, con base en el PECRE es posible estimar el parámetro IAVE, 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 IAVE se determina con base en la expresión siguiente:

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

PECRE se calcula de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408*(PREC) - 0.0000372 * (PREC)^2 - 33.1019. \text{ Sustituyendo tenemos:}$$

$$PECRE = 0.2408*(1,029.58) - 0.0000372 * (1,029.58)^2 - 33.1019 = 247.92 - 0.0000372 * (1,060,024.68) - 33.1019 = 247.92 - 39.4329 - 33.1019 = 175.39.$$

$$PECRE = 167.96.$$

$$IAVE = 160.5282 - 0.7660 (PECRE) = 160.5282 - 0.7660 (175.39) = 160.5282 - 134.34 = 26.18.$$

$$IAVE = 26.18.$$

Por lo que, los suelos presentes en el Área de Reforestación, son propensos a la degradación eólica.

2. Habiendo determinado el área como zona de influencia de erosión eólica, se procedió a obtener los factores que al multiplicarse estimarán la cantidad de suelo perdido por este tipo de erosión, esto expresado en ton/ha/año.

Con la información de las unidades de suelo, se estableció si se trata o no de suelos calcáreos.

3. En los suelos **no calcáreos** se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2 y 3 y las fases gravosa y pedregosa. Los valores de calificación se obtuvieron de la siguiente tabla:

CATEX	Textura y fase de suelos no calcáreos.
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Tabla 47. Valores de calificación de los suelos no calcáreos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

4. En el caso de las unidades de **suelo calcáreas**, la calificación de la textura y la fase fue de acuerdo con los siguientes valores.

CATEX	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	1
1.75	2
1.85	3
0.87	Pedregosa o Gravosa

Tabla 48. Valores de calificación de los suelos calcáreos.

El Área de Reforestación se ubica sobre el Suelo Vertisol no calcáreo de textura 3, por lo que se le asigna un valor CATEX de 1.85.

Estimación del Proceso Erosivo Actual

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_{POT}).

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE y CATEX, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

$$\text{Erosión Eólica Potencial} = \text{IAVE} \times \text{CATEX}$$

El cálculo de la Erosión Eólica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.6 y Excel, donde el Área de Reforestación se ubica en zonas con **48.44 Ton/Ha/Año**.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA REAL ACTUAL (EO_{REAL}).

Si deseamos conocer la Erosión Eólica del área, debemos multiplicar el valor de la EO_{POT} por la superficie del Área de Proyecto, el resultado refleja la Erosión Eólica presente, lo anterior se conoce como Erosión Eólica Real (EO_{REAL}), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de Reforestación; obteniendo que el total de Erosión Eólica Real de Reforestación es de **145.31 Ton/Año**.

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	3.0000	100.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
Total		3.0000	100%

Tabla 49. Clasificación de la erosión eólica actual en el área de reforestación.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

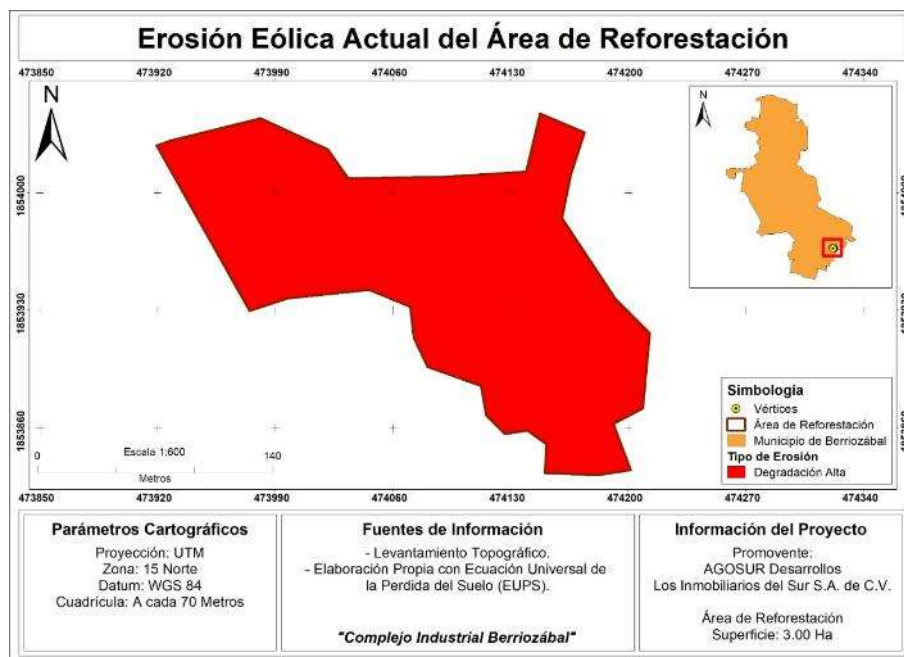


Figura 26. Erosión eólica previa a la reforestación.

Estimación del Proceso tras la Reforestación

Para realizar la estimación de la Erosión Eólica tomando en cuenta la Reforestación, es necesario adicionar a la ecuación el Factor del CAUSO, pues inferimos que al establecerse la reforestación está existe, los valores del IAVIE y de CATEX son los mismos, puesto que estos valores no pueden ser modificados.

IAVIE = 26.18.

CATEX = 1.85.

A continuación, se procedió a calificar el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

CAUSO	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.20	Agricultura de riego
0.15	Monte o Matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

Tabla 50. Calificación del uso de suelo (CAUSO).

El valor de CAUSO a tomar es de 0.20.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA POTENCIAL (EO_{pot}).

Una vez realizado lo anterior, se tomaron los valores de IAVIE, CATEX y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

$$\text{Erosión Eólica Potencial} = \text{IAVE} \times \text{CATEX} \times \text{CAUSO}$$

El cálculo de la Erosión Eólica Potencial se realizó con uso del Programa ArcGis 10.1, donde el total de suelo erosionado en el Área de Reforestación la EO_{POT} asciende a un total **9.6873 Ton/Ha/Año**.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN EÓLICA REAL CON CUS (EO_{REAL}).

Si deseamos conocer la Erosión Eólica del área, debemos multiplicar el valor de la EO_{POT} por la superficie del Área de Reforestación, el resultado refleja la Erosión Eólica presente, lo anterior se conoce como Erosión Eólica Real (EO_{REAL}), pues podemos inferir que es lo que se erosiona en el área al año. Esto se realizó en la superficie de Reforestación; obteniendo que el total de Erosión Eólica Real de Reforestación es de **29.06 Ton/Año**.

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica	Superficie (Ha)	Porcentaje
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año	3.0000	100.00
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Alta	De 100 a 200 ton/ha/a	0.0000	0.00%
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año	0.0000	0.00%
Sin información	-----	0.0000	0.00%
Total		3.0000	100%

Tabla 51. Clasificación de la erosión eólica posterior a la reforestación.

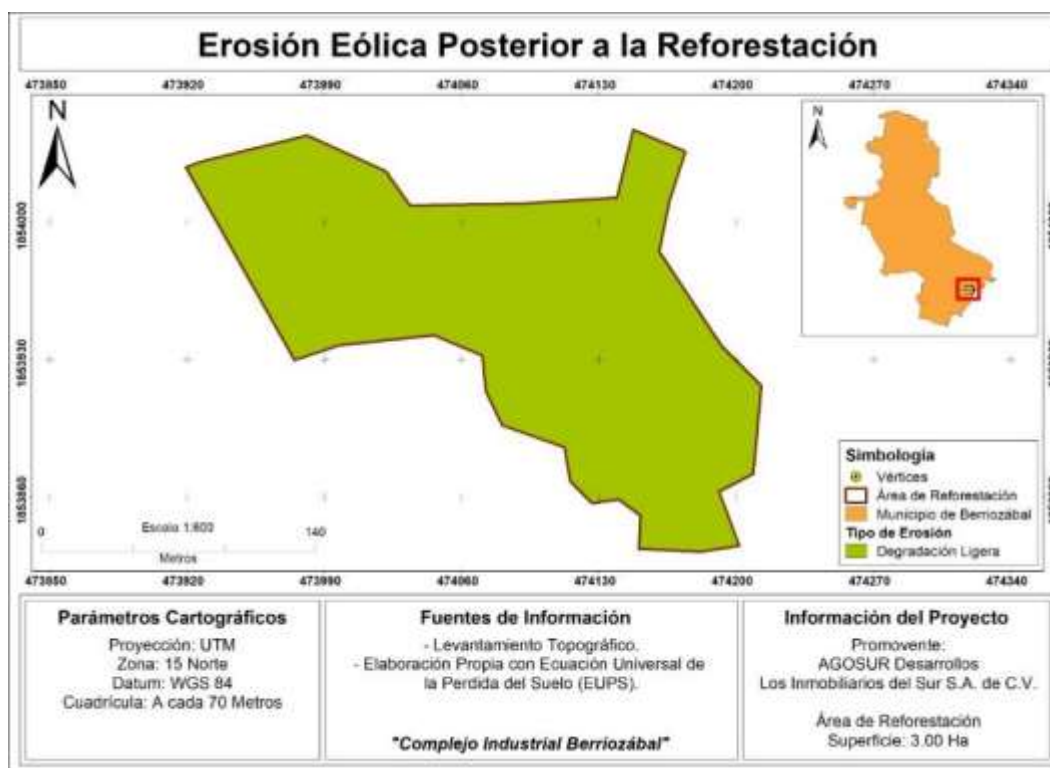


Figura 27. Erosión eólica previa a la reforestación.

8.3.1.2.2.3. Infiltración

Estado actual del área de Reforestación

CAPTACIÓN.

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.

$$\text{Cap} = P * A$$

Dónde:

Cap = Captación de Agua.

P= Precipitación.

A= Área de Captación.

Cercano al Área de Reforestación existen 4 Estaciones Climatológicas, en la que el promedio de ellas en precipitación media anual es de 1,029.58 mm; este valor se convierte a metros (1.029 m) y se multiplica por la superficie de Reforestación (3.0000 Ha) realizando la conversión a metros cuadrados (30,000.00 m²).

$$\text{Captación} = 30,000.00 \text{ m}^2 \times 1.029 \text{ m} = 30,887.25 \text{ m}^3.$$

$$\text{Captación} = 30,887.25 \text{ m}^3.$$

En total en la superficie de Reforestación se capta anualmente **30,887.25 m³** de agua de lluvia.

CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR).

Es la cantidad de Agua que retorna a la Atmósfera, tanto por la transpiración de la vegetación como por la evaporación del suelo en m. Esta se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{ETP} = 16 \times (10 T / I)^a$$

Donde

T es la temperatura media mensual en °C y

a es una función del índice de calor anual (I).

I es el índice de calor anual y se calcula mediante

$$i = (T/5)^{1.514}$$

Donde

T es la temperatura media mensual en °C y

a es una función del índice de calor anual (I).

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

I es el índice de calor anual y se calcula mediante

$$i = (T/5)^{1.514}$$

Donde

T es el valor de la temperatura media mensual en °C.

a se calcula mediante

$$a = 0.000000675 \times I^3 - 0.0000771 \times I^2 + 0.01792 \times I + 0.49239$$

Obtención del valor de I.

$$I = \left(\frac{24.3}{5} \right)^{1.514} = 10.97$$

Obtención del exponencial a.

$$a = 0.000000675 \times (10.97)^3 - 0.0000771 \times (10.97)^2 + 0.01792 \times (10.97) + 0.49239$$

$$a = 1.72$$

Obtención del valor de ETP.

$$ETP = 16 \times \left(10 \times \left(\frac{24.3}{10.97} \right)^{1.72} \right) = 275.09 \text{ mm}$$

De este modo se obtuvo el valor de la evapotranspiración que es de 275.09 mm este valor se convierte a metros (0.27509 m), los cuales al multiplicarlo por el área de Reforestación en metros cuadrados (30,000.00 m²) nos da un valor de **8,252.67 m³**.

$$ETR = 8,252.67 \text{ m}^3.$$

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO.

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:

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} \quad \text{Cuando K es igual o menor a 0.15} \quad \text{Ec. 2}$$

$$Ce = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5} \quad \text{Cuando K es mayor que 0.15} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P = Precipitación media anual (m).

K = Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

El factor K está en función de la cobertura de los diferentes estratos vegetativos y el tipo de suelo.

El tipo de Suelo presente en el Área de Reforestación es de tipo C, con un uso de suelo de Barbecho, áreas incultas y desnudas por lo que el valor de K es igual a 0.30.

Sustituyendo en la Ecuación 3, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Sin Vegetación	3	0.30	0.2169

Tabla 52. Coeficiente de escurrimiento del actual en el área de reforestación.

Una vez estimado el coeficiente de escurrimiento (Ce) es posible estimar el volumen de escurrimiento anual (Ve), el que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

Ve = Escurrimiento anual (m³)

Pa = Precipitación media anual (m)

At = Área total (m²)

Ce = Coeficiente de escurrimiento.

Dado que 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 de Reforestación, actualmente provistas de vegetación.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m ²)	Ce	Ea
Sin Vegetación	3	0.30	3.0000	30,000.00	0.2169	6,700.56
TOTAL			3.0000	30,000.00		6,700.56

Tabla 53. Volumen de escurrimiento actual del área de reforestación.

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que en el área de Reforestación se escurren anualmente **6,700.56 m³** de agua.

INFILTRACIÓN.

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a Reforestación recibe en promedio anualmente 30,887.25 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 6,700.56 m³ (21.69%) se pierden en los escurrimientos superficiales; 8,252.67 m³ (26.72%) regresan a la atmósfera por evapotranspiración y 15,934.02 m³ (51.59%) se infiltran contribuyendo a la recarga de acuíferos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación 1 para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 30,887.25 - 6,700.56 - 8,252.67 = \mathbf{15,934.02.}$$

$$\text{Infiltración} = \mathbf{15,934.02 \text{ m}^3}.$$

De acuerdo con lo anterior, en el área de reforestación actualmente se infiltran **15,934.02 m³**.

Condición de la infiltración tras la reforestación

Para calcular la Infiltración que se presentará en la Superficie que se propone a Reforestación, una vez realizado la Reforestación, 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 0.30 para las condiciones actuales son el de Uso de Suelo Barbecho, áreas incultas y desnudas de tipo suelo B, por donde la cobertura forestal es mayor a 75%, derivado de las futuras condiciones donde la Reforestación ya se ha establecido, el análisis queda de la siguiente manera:

Sustituyendo en la Ecuación 3, se tiene que los valores del coeficiente de escurrimiento quedan de la siguiente forma:

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Ce
Selva Baja Caducifolia	3	0.24	0.1535

Tabla 54. Coeficiente de escurrimiento tras la reforestación.

Una vez estimado el coeficiente de escurrimiento (Ce) es posible estimar el volumen de escurrimiento anual (Ve), el que está dado por la expresión siguiente:

$$Ve = Pa \times At \times Ce \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

Ve = Ecurrimiento anual (m³)

Pa = Precipitación media anual (m)

At = Área total (m²)

Ce = Coeficiente de escurrimiento.

Dado que 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 el Ecurrimiento Anual (Ve) se hizo para la Superficie propuesta a CUSTF del área del proyecto, actualmente provistas de vegetación.

Uso de Suelo y Vegetación	Textura	K	Superficie (Ha)	Superficie (m²)	Ce	Ea
Selva Baja Caducifolia	3	0.24	3.0000	30,000.00	0.1535	4,742.71
TOTAL			3.0000	30,000.00		4,742.71

Tabla 55. Volumen de escurrimiento tras la reforestación.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Con base al cálculo anterior, se obtuvo que, en el área de la superficie propuesta a Reforestación con el establecimiento de la misma se escurrirán anualmente **4,742.71 m³** de agua.

$$\text{Volumen de Escurrimiento} = 4,742.71 \text{ m}^3.$$

INFILTRACIÓN.

De los resultados obtenidos se desprende que el área de la superficie propuesta a CUS, una vez habiendo ejecutado la Reforestación recibirá en promedio anualmente 30,887.25 m³ (100%) de agua por medio de la precipitación, de la cual 8,252.67 m³ (26.72%) regresarán a la atmósfera por evapotranspiración; mientras que el Volumen de Escurrimiento descenderá a 4,742.71 m³ (15.35%); y la Infiltración ascenderá a 17,891.88 m³ (57.93%); lo cual indica un **aumento de 1,957.86 m³** de agua que comenzaran a infiltrarse. Con estos datos se hace la sustitución en la Ecuación 1 para el cálculo del volumen de infiltración:

$$\text{Infiltración} = 30,887.25 - 4,742.71 - 8,252.67 = \mathbf{17,891.88}.$$

$$\text{Infiltración} = \mathbf{17,891.88 \text{ m}^3}.$$

De acuerdo con lo anterior, una vez ejecutada la Reforestación se tendrá una tasa de infiltración de **17,891.88 m³**.

8.3.1.2.2.4. Análisis de las Tasas de Erosión e Infiltración en el área de CUSTF y el Área propuesta para Reforestar

A continuación, se presente el resumen el análisis comparativo de las tasas de erosión e infiltración que se tendrán por la ejecución del CUSTF en el área del Proyecto y la correspondiente para la implementación del Programa de Reforestación:

Tasa Erosiva (Ton/Año)		
Posterior al CUSTF	Posterior a la Reforestación	Diferencia
223.72	243.51	19.79

Tabla 56. Resumen de tasas erosivas en el Área de CUSTF y de Reforestación.

De acuerdo con lo anterior, en el área de CUSTF se tendrá una tasa erosiva de **223.72 Ton/Anuales**, y en el área de reforestación, una vez implementado el programa, se tendrá una tasa de **243.51 Ton/Anual**, compensando el aumento en la erosión que se tendrá por la ejecución del CUSTF.

Respecto a la infiltración, actualmente por la ejecución del CUSTF, se tendrá un déficit de **828.28 m³**, y en el área de reforestación, una vez implementado el programa, se tendrá una tasa de **17,891.88 m³**, la disminución en la tasa de infiltración por **17,063.60 m³**.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Tasa de Infiltración (m³)		
Posterior al CUSTF	Posterior a la Reforestación	Diferencia
828.28	17,891.88	17,063.6

Tabla 57. Resumen de tasa de infiltración en el Área de CUSTF.

8.3.1.4. Metodología y actividades

8.3.1.4.1. Selección de especies

Para la determinación cuáles serán las especies a utilizar para el desarrollo del **Programa de Reforestación**, se debe considerar lo siguiente:

- ◆ Objetivo de la plantación.
- ◆ Características del ecosistema a intervenir.
- ◆ Especies nativas de dicho ecosistema.
- ◆ Disponibilidad de especies de utilidad ecológica y económica.
- ◆ Factibilidad de reproducción.

Con base a lo anterior, y ya que el objetivo de la Reforestación tiene fines de Restauración, es recomendable seleccionar especies forestales nativas, o aquellas que presenten características similares y puedan sobrevivir bajo las condiciones propias del ecosistema donde se llevará a cabo. Conforme a lo mencionado y al análisis de las especies que se encuentran disponibles en la zona, propias de la vegetación presente en el Sistema Ambiental, se propone emplear las siguientes especies:

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisguate
Bignoniaceae	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Primavera
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Mataratón

Tabla 58. Especies propuestas para programa de reforestación.

8.3.1.4.2. Obtención de plantas

Para obtener los ejemplares para la reforestación, se localizarán los sitios donde se hará el suministro de plantas, por lo que se buscarán diferentes viveros comerciales que produzcan plantas forestales, ubicados de preferencia en el Municipio de Berriozábal, así como en aquellos registrados por la CONAFOR que se encuentren cercanos al área de reforestación.

La existencia del vivero donde se adquirirán las plantas permite una selección intensiva de las características de estas, se escogerán las que tengan mayor vigor, que estén sanas y tengan una altura promedio de 50 cm.

Se buscará la obtención de un número equitativo de las plantas por el número de especies elegidas para la reforestación (total de plantas requeridas/número de especies), sin embargo, esto quedará condicionado por el número de individuos y de especies disponibles durante las visitas a los viveros.

8.3.1.4.3. Transporte de plantas

Una vez localizados los sitios donde serán obtenidas las plantas, estas serán transportadas al punto de reforestación. Esta es una actividad meticulosa que requiere de mucho cuidado para prevenir el maltrato de las especies. De acuerdo con el tipo de contenedor en el cual se presenten las especies, se deben seguir ciertas indicaciones:

Traslado con Envase de Plástico

Cuando las plantas se presenten en un recipiente de plástico existen varias opciones, dependiendo del transporte. De hacerse con camión, deben cuidarse los siguientes aspectos:

- ♦ Al acomodar las plantas en el camión, vigilar que los envases sean de las mismas dimensiones, con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita almacenarlos en varias capas, de preferencia con un máximo de dos niveles.
- ♦ Procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases.
- ♦ Para estibar, se van traspaleando los envases de tal forma que los recipientes de arriba no aplasten a la planta de abajo, cuidando además que el tallo y hojas de las que quedan en la zona inferior no sufran dobleces o quebraduras.

Transporte a Raíz Desnuda

Es una práctica tradicional que requiere de menor esfuerzo, ya que la planta se traslada sin cepellón, con menores costos de transporte y plantación. Sin embargo, se debe tener mucho cuidado, ya que las plantas que se acarrearán de esta forma son más susceptibles de sufrir daños en la raíz (desección, rompimiento, etc.) a comparación del transporte en contenedores.

Para evitar la desecación es conveniente exponer las plantas, el menor tiempo posible a los efectos del aire y el sol. Una alternativa recomendable es mantenerlas en un medio húmedo hasta su trasplante, por ejemplo: en un contenedor con un sustrato húmedo.

De cualquier forma, que se decida movilizarlas, el proceso debe ser supervisado considerando el máximo cuidado de los especímenes. Al cargarlas y desmontarlas del vehículo, deben sujetarse del envase, nunca del tallo. Para evitar que las plantas estén expuestas a condiciones ambientales imperantes, los vehículos que las trasladarán deben acondicionarse, como, por ejemplo: cubrir sus techos con malla sombra y procurar trasladarlas de madrugada o al atardecer para evitar las altas temperaturas.

El traslado inadecuado puede disminuir de gran manera la sobrevivencia de las plantas en la ejecución de las actividades de Reforestación.

8.3.1.4.3. Preparación del terreno

8.3.1.4.3.1. Previo a la plantación

El apropiado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas y actividades orientadas a modificar el sitio hacia una mejor condición de suelo, así como el mejoramiento de sus factores limitantes, para así concentrar los recursos disponibles para favorecer el crecimiento inicial, sobrevivencia y desarrollo posterior de la planta. Para el establecimiento de la reforestación, se ejecutarán las siguientes etapas:

1. Limpia

Es necesario un terreno habilitado y limpio para el establecimiento y crecimiento adecuado de las plantas, por ello debe realizarse una limpieza de las malezas o hierbas que podrían afectar a la reforestación, con el fin de disminuir la competencia. También, se considera la recolección de cualquier residuo que pudiera encontrarse en el área.

El material de las limpiezas (ramas, hojas, etc.) puede acumularse cerca del tallo de los árboles a plantar para mantener la humedad, o implementar cordones de material vegetal muerto como obra de apoyo para disminuir la erosión en el terreno.

2. Preparación del Sitio

En esta etapa se realizan actividades dirigidas al acondicionamiento del área, tales que permitan una mayor retención de agua, que las raíces puedan extenderse y desarrollarse libremente y que promuevan un mayor aprovechamiento de los nutrientes. Se consideran dentro de estas actividades a la construcción de cajetes, zanjas bordo y la apertura de cepas.

Los cajetes de plantación deben tener dimensiones de 40x40x40 cm y se construyen con herramientas básicas como: palas, picos, barretas, cava hoyos, o mecánicas como: martillos neumáticos. El establecimiento de ellos ayuda a la acumulación de suelo que pueda ser arrastrado, así como para el depósito de agua de lluvia en el sitio. Los árboles deben ser plantados inmediatamente después de la excavación del hoyo para que el suelo no pierda su humedad.

8.3.1.4.3.2. Ejecución y temporada de la plantación

Es de suma importancia evitar la creación de superficies de vegetación uniformes y simultáneas, que formen un dosel de árboles iguales con un solo estrato, ya que esto hace que la estructura del sitio sea muy artificial y muy vulnerable al fuego y a plagas, además de crear un paisaje monótono (Orozco y Monreal, 1997).

La reforestación se realizará cuando el temporal de lluvias se encuentre bien establecido o en el momento en que la humedad del sitio sea la idónea, con el objetivo de que las plantas tengan un mayor tiempo para desarrollarse antes de que las condiciones pasen a ser más estresantes y limiten su crecimiento (temperaturas extremas y sequías); así como lo recomienda el *Manual de Restauración Forestal y Reconversión Productiva* de la CONAFOR (2015) para material proveniente de vivero.

Trazado de la plantación

En esta etapa se establece el número de sitios del terreno donde se llevará a cabo la plantación, así como la ubicación y la forma en la que se trasplantarán los ejemplares. Para llevar a cabo esto, se determina en relación con la topografía del lugar, así como la distancia recomendada para las especies que se utilizarán en la reforestación.

El método de trazado para el llevar a cabo en el presente programa será **Tres-Bolillo** ya que este puede realizarse en terrenos planos o con pendientes poco pronunciadas. Este método de trazado consiste en establecer la plantación formando triángulos equiláteros, donde la distancia entre hileras y filas es la misma; sólo se alterna la proyección del espacio en cada fila subsecuente.

Respecto a la distancia planteada para llevar a cabo la plantación, se propone un mínimo de 3 metros, sin embargo, esta podría variar, de acuerdo con los requerimientos específicos de las especies escogidas para llevar a cabo la reforestación.

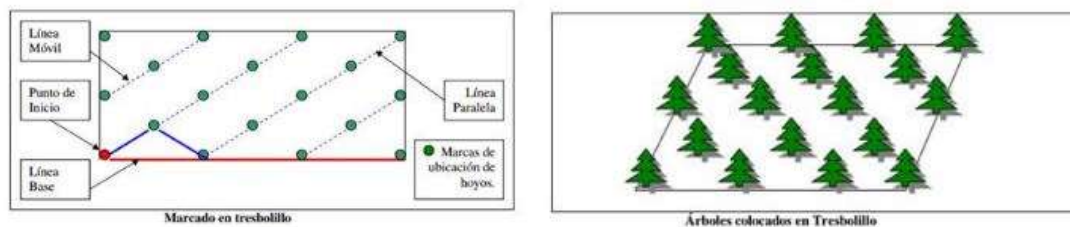


Figura 28. Ejemplo de trazo Tres-Bolillo.

En seguida, se describe el proceso para el cálculo de ejemplares necesarios para el establecimiento de la plantación, de acuerdo con el manual básico de *Prácticas de reforestación* de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2010):

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$Np/ha = \frac{(10,000)}{(d)^2 * 0.866}$$

Donde:

Np/ha = Número de plantas por hectárea

D = Distancia entre individuos

0.866 = Constante de tangente trigonométrica

Sustituyendo con los datos de la reforestación, se obtiene lo siguiente:

$$Np/ha = \frac{(30,000)}{(3\text{ m})^2 * 0.866} = 1,283\text{ plantas/ha}$$

Ahora bien, considerando la densidad de 1,283 plantas/ha, este valor se multiplica por la superficie requerida para llevar a cabo la reforestación, lo que permite obtener la cantidad de ejemplares necesarios para llevar a cabo la plantación:

$$Np = (1,283\text{ plantas/ha} * 3.00\text{ ha}) = 3,849\text{ plantas}$$

Por lo tanto, en la superficie de **3.00 Ha** propuestas para llevar a cabo el programa de reforestación, será necesario un total de **3,849 plantas**, utilizando una distancia equidistante de **3 m**.

8.3.1.4.3.3. Plantación

La técnica de plantación propuesta en el presente programa, será la de **Cepa Común**, que consiste en hacer una apertura de 40 cm de largo, 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa de tierra de los primeros 20 cm, y al otro lado, la tierra de 20 cm más profundos.

Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

5. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

Con lo anterior, se prosigue a colocar las plantas en sus espacios designados, manteniéndola en posición vertical con una mano, mientras que con la otra se rellena el resto del espacio con la tierra que fue extraída para conformar los cajetes, distribuyéndola uniformemente, para después compactar la tierra de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo. Es recomendable apisonar ligeramente el suelo, para evitar la proliferación de espacios de aire, evitando así la deshidratación de la raíz de la planta.

Es importante que el cepellón tenga buen contacto con el suelo por todos sus lados y que se plante a una profundidad adecuada, cuidando que los tallos no queden hundidos, y que el sistema de raíces no se encuentre expuesto.

Alrededor del agujero donde se hará la plantación, se debe limpiar a ras de suelo como mínimo a 50 cm a la redonda, con el fin de aminorar la competencia de la plántula contra la maleza.

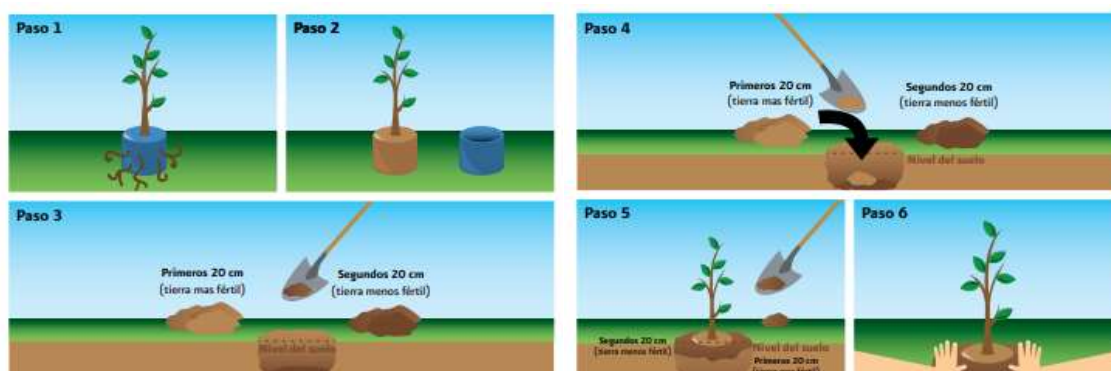


Figura 29. Sistema de cepa común.

En las plantaciones, pueden ocurrir ciertos errores que deben evitarse a toda costa para obtener el éxito de esta, a continuación, se enlistan las más comunes:

- ♦ Buscar que las plantas se siembren a la altura adecuada, si la cepa es muy profunda y el tallo queda muy hundido, se asfixiará; si es poco profunda, las raíces quedarán en la superficie y la planta se deshidratará.
- ♦ Nunca plantar el árbol con la bolsa o el recipiente de plástico que la cubre, ya que esto obstruye el desarrollo y crecimiento de las raíces.
- ♦ Evitar cubrir el tallo con mucha tierra, pues impedirá el acceso del agua.
- ♦ No colocar más de una planta por cepa, dado que ambas podrían lograr establecerse, lo que resultaría en una competencia por nutrientes, provocando un crecimiento lento y poco aceptable.
- ♦ Colocar las plantas en la posición correcta, evitando marcadas inclinaciones que pueden llevar a un crecimiento deforme o a la muerte del espécimen.

Si se tienen en cuenta estas precauciones, se puede garantizar el éxito de la plantación.

8.3.1.4.3.4. Monitoreo y Seguimiento

Acciones y actividades complementarias

Con el objeto de garantizar el desarrollo apropiado de la plantación, es necesario llevar a cabo diversas acciones para su protección de variados factores externos, como el paso de animales o personas ignorantes al proyecto de reforestación. A continuación, se mencionan los aspectos a cuidarse tras la plantación:

- ♦ **Deshierbe:** Debe eliminar la competencia que se establece entre las plantas introducidas y las malezas por diversos factores como lo son la luz, agua y nutrientes. Se recomienda realizar el deshierbe solo alrededor de las plantas introducidas y dejar que en los demás sitios las malezas crezcan favoreciendo la recuperación y protección del suelo.
- ♦ **Control de Plagas:** Debe partir del diagnóstico preciso del tipo de organismo que está afectando a la planta y de acuerdo a esto se debe prescribir el tratamiento más adecuado (natural o químico).
- ♦ **Riegos Auxiliares:** Es conveniente realizar riegos auxiliares que permitan a la planta establecerse, evitando así, la pérdida total de la plantación.
- ♦ **Señalización:** Se debe considerar la instalación de señalamientos informativos alrededor de los predios a reforestar, para evitar acciones malintencionadas de posibles transeúntes.
- ♦ **Cercado:** Es recomendable colocar un cercado perimetral en las áreas a reforestar, con el fin de proteger las plantas de agentes externos que puedan dañarlas, como la Fauna Silvestre o ganado que pudiera encontrarse en la zona.
- ♦ **Supervisión:** Con el fin de monitorear y realizar el mantenimiento necesario al sitio de reforestación, se planifican visitas periódicas tras la finalización de la plantación. Durante el primer bimestre se pretende realizar visitas semanales, para luego ejercer visitas bimestrales, en las cuales se llevará un registro de los conteos de las plantas que hayan logrado desarrollarse, si es necesario aplicar un control de plagas, si es necesario el deshierbe o el riego de las especies.

8.3.1.3.5. Mantenimiento

8.3.1.3.5.1. Indicadores de control y seguimiento

En esta etapa se mencionan los principales indicadores de eficiencia del Programa de Reforestación, siendo estos los siguientes:

- ♦ Supervivencia, dentro del primer al tercer año de establecimiento de la reforestación.
- ♦ Incrementos de diámetro y altura, de las plantas establecidas durante los primeros 3 años.
- ♦ Periodo de adaptación de las plantas establecidas.
- ♦ Resistencia a plagas y enfermedades.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estos indicadores serán valorados durante la ejecución de las siguientes actividades:

- ♦ Visitas bimestrales durante todo el primer año de establecimiento de la reforestación, en las cuales se evaluarán los indicadores determinados.
- ♦ Muestreos y monitoreo de forma semestral a partir del segundo año de establecimiento de la reforestación.
- ♦ Limpieza de las áreas reforestadas que lo requieran, así como el replante de las fallas detectadas.

De las actividades mencionadas, se generarán los siguientes documentos:

- ♦ Bitácoras de Registro de Campo.
- ♦ Reseña Fotográfica de cada una de las actividades efectuadas.
- ♦ Registro de Supervivencia y Mortandad para cada una de las especies.
- ♦ Informes de los Avances del Programa de Reforestación.

8.3.1.3.5.2. Acciones preventivas y seguimiento

En caso de que en las visitas posteriores a la reforestación se identifiquen bajas en las especies o un porcentaje de supervivencia menor al establecido (80%), se prevé la replantación de los especímenes necesarios para alcanzar una reforestación que cumpla con el objetivo del programa.

8.3.1.6. Programa de trabajo

A continuación, se presenta el cronograma de actividades correspondiente al programa de reforestación, considerando un periodo de cinco años para monitoreo y seguimiento:

Actividades	Año 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Selección de Áreas por reforestar					♦							
Determinación de especies y cantidad requerida					♦							
Obtención de Plantas					♦	♦						
Preparación del Terreno						♦						
Transporte de Plantas						♦						
Plantación						♦						
Monitoreo y Seguimiento (Supervisión ambiental)							♦	♦	♦	♦	♦	♦
Mantenimiento (Supervisión ambiental)									♦			
Evaluación de Supervivencia (Supervisión ambiental)									♦			♦
Entrega de Informe Anual (Supervisión ambiental)												♦

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Actividades	Año 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Año 2 - 5											
Supervisión ambiental												
Monitoreo y Seguimiento	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Mantenimiento			◆			◆			◆			◆
Evaluación de Supervivencia						◆						◆
Entrega de Informe Anual												◆

Tabla 59. Cronograma de actividades del Programa de Reforestación.

8.3.1.7. Datos del responsable de la elaboración del Programa

Persona Física: Florentino Rosales Arroyo

Cédula Profesional: 2508882

RFC: ROAF580305GH2

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro CHIS, Tipo UA, Volumen 1, Número 5, Año 14.

Domicilio Fiscal: Boulevard Fidel Velázquez, esquina con Águila Blanca #339, Colonia Las Águilas, C.P. 29049, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Celular: (961) 245 9937

Correo electrónico: forestalro@hotmail.com

Elaboró:

Ing. Florentino Rosales Arroyo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR 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**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

ÍNDICE

CAPÍTULO 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	1
9.1.1. Sistema ambiental	1
9.1.1.1. Análisis de la diversidad de la vegetación	1
9.1.2. Área del proyecto	6
9.1.2.1. Análisis de la diversidad de la vegetación	6
9.2. Fauna	8
9.2.1. Sistema ambiental	8
9.2.1.1. Análisis de la diversidad de la fauna	8
9.2.2. Área del proyecto	11
9.2.2.1. Análisis de la diversidad de la fauna	11
9.3. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III.....	12
9.3.1. Sistema ambiental	13
9.3.2. Área del proyecto	14
9.4. Análisis comparativo de la biodiversidad.....	14
9.4.1. Indicadores de biodiversidad.....	14
9.4.1.1. Vegetación.....	14

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo en el SA.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el SA.</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 3. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el SA.</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 4. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el SA.</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 5. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo en el Área del Proyecto.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 6. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el Área del Proyecto.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 7. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 8. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 9. Diversidad de Shannon-Wiener de anfibios en el SA.</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 10. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el SA.</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 11. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el SA.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el SA.</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 13. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el Área del Proyecto.</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 14. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el Área del Proyecto.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 15. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el Área del Proyecto.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 16. Especies de flora con estatus de protección.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 17. Especies de fauna con estatus de protección en el SA.</i>	<i>14</i>

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

<i>Tabla 18. Comparativa entre las Diversidad de flora presente en el Sistema Ambiente y el área del Proyecto.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 19. Comparativa del estrato arbóreo.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 20. Comparativa del estrato arbustivo.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 21. Comparativa del estrato herbáceo.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 22. Comparativa de especies epífitas y no maderables.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 23. Comparativa entre las Diversidad de fauna presente en el Sistema Ambiente y el área del Proyecto.</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 24. Comparativa de la distribución de Anfibios.</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 25. Comparativa de la distribución de Reptiles.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 26. Comparativa de la distribución de Aves.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 27. Comparativa de la distribución de Mamíferos.</i>	<i>21</i>

CAPÍTULO 9. ANÁLISIS QUE DEMUESTRE QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO SE MANTENGA

Con la finalidad de cumplir con lo establecido en 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)**:

"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, en el presente capítulo se abordará la hipótesis planteada, en la cual se indica que se deberá demostrar que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantengan; por lo tanto, se presenta lo siguiente:

9.1. Vegetación

9.1.1. Sistema ambiental

9.1.1.1. Análisis de la diversidad de la vegetación

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:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

$$H' = - \sum p_i \ln P_i$$

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).

Estrato Arbóreo.

El estrato arbóreo presenta una Diversidad **Alta** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **3.19**; la bibliografía cita que resultados por encima de 3 la diversidad del sitio es alta. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	5	0.0052	-5.26	-0.03
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	3	0.0031	-5.77	-0.02
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2	0.0021	-6.18	-0.01
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	0.0145	-4.23	-0.06
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	64	0.0663	-2.71	-0.18
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	7	0.0072	-4.93	-0.04
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	7	0.0072	-4.93	-0.04
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	55	0.0569	-2.87	-0.16
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	3	0.0031	-5.77	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	37	0.0383	-3.26	-0.12
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	3	0.0031	-5.77	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	76	0.0787	-2.54	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	8	0.0083	-4.79	-0.04

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	50	0.0518	-2.96	-0.15
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1	0.0010	-6.87	-0.01
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	5	0.0052	-5.26	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya	10	0.0104	-4.57	-0.05
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	6	0.0062	-5.08	-0.03
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbre	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.0031	-5.77	-0.02
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	72	0.0745	-2.60	-0.19
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.0041	-5.49	-0.02
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	11	0.0114	-4.48	-0.05
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2	0.0021	-6.18	-0.01
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	94	0.0973	-2.33	-0.23
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	16	0.0166	-4.10	-0.07
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	10	0.0104	-4.57	-0.05
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	0.0093	-4.68	-0.04
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	37	0.0383	-3.26	-0.12
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	28	0.0290	-3.54	-0.10
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	13	0.0135	-4.31	-0.06
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	1	0.0010	-6.87	-0.01
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	10	0.0104	-4.57	-0.05
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	19	0.0197	-3.93	-0.08
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	3	0.0031	-5.77	-0.02
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	4	0.0041	-5.49	-0.02
Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	146	0.1511	-1.89	-0.29
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	0.0031	-5.77	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	9	0.0093	-4.68	-0.04
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napagueto	1	0.0010	-6.87	-0.01
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1	0.0010	-6.87	-0.01
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	0.0021	-6.18	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	11	0.0114	-4.48	-0.05
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	53	0.0549	-2.90	-0.16
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	7	0.0072	-4.93	-0.04
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidisum</i>	Calabacita	4	0.0041	-5.49	-0.02
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	10	0.0104	-4.57	-0.05
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1	0.0010	-6.87	-0.01
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	8	0.0083	-4.79	-0.04
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	4	0.0041	-5.49	-0.02
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1	0.0010	-6.87	-0.01

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	3	0.0031	-5.77	-0.02
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1	0.0010	-6.87	-0.01
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Huesito	3	0.0031	-5.77	-0.02
Total			966	DIVERSIDAD		3.19
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
4.04			0.79			

Tabla 1. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo 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 **0.97**; 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.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	1	0.02	-3.89	-0.08
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	33	0.67	-0.40	-0.27
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	3	0.06	-2.79	-0.17
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	0.04	-3.20	-0.13
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	10	0.20	-1.59	-0.32
Total			49	DIVERSIDAD		0.97
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
1.61			0.60			

Tabla 2. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo en el SA.

Estrato Herbáceo.

El estrato herbáceo presenta una diversidad **Media** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **2.35**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja, mientras que en resultados por encima de 3 la diversidad del sitio es alta. Mientras que la Equitatividad refleja que hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	40	0.24	-1.44	-0.34
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1	0.01	-5.12	-0.03
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	8	0.05	-3.04	-0.14
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	11	0.07	-2.73	-0.18
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1	0.01	-5.12	-0.03
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	3	0.02	-4.03	-0.07
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	17	0.10	-2.29	-0.23

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1	0.01	-5.12	-0.03
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2	0.01	-4.43	-0.05
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	4	0.02	-3.74	-0.09
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	1	0.01	-5.12	-0.03
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1	0.01	-5.12	-0.03
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1	0.01	-5.12	-0.03
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	4	0.02	-3.74	-0.09
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	11	0.07	-2.73	-0.18
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	38	0.23	-1.49	-0.34
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	12	0.07	-2.64	-0.19
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	4	0.02	-3.74	-0.09
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	0.02	-3.74	-0.09
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	4	0.02	-3.74	-0.09
Total			168	DIVERSIDAD		2.35
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
3.00			0.79			

Tabla 3. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el SA.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables 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 hay especies que tienen un número alto de individuos, los cuales se encuentran dominando el estrato.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	29	0.36	-1.01	-0.37
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	13	0.16	-1.82	-0.30
Bromeliceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	4	0.05	-3.00	-0.15
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	5	0.06	-2.77	-0.17
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	4	0.05	-3.00	-0.15
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	4	0.05	-3.00	-0.15
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	21	0.26	-1.34	-0.35
Total			80	DIVERSIDAD		1.64
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
1.95			0.84			

Tabla 4. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el SA.

9.1.2. Área del proyecto

9.1.2.1. Análisis de la diversidad de la vegetación

Índice de Shannon-Wiener (H).

Estrato Arbóreo.

El estrato arbóreo presenta una Diversidad **MEDIA** mediante el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, ya que se obtuvo un valor de **2.65**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja; mientras que en resultados superiores a 3 la diversidad es alta, el estrato arbóreo se encuentra entre estos dos rangos. Mientras que la Equitatividad refleja que en las especies hay cierta dominancia en el número de individuos de algunas especies.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	3	0.0067	-5.01	-0.03
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	54	0.1200	-2.12	-0.25
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	3	0.0067	-5.01	-0.03
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	2	0.0044	-5.42	-0.02
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	15	0.0333	-3.40	-0.11
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	1	0.0022	-6.11	-0.01
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	12	0.0267	-3.62	-0.10
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	2	0.0044	-5.42	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	36	0.0800	-2.53	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	2	0.0044	-5.42	-0.02
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	0.0067	-5.01	-0.03
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6	0.0133	-4.32	-0.06
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83	0.1844	-1.69	-0.31
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	0.0089	-4.72	-0.04
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17	0.0378	-3.28	-0.12
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	24	0.0533	-2.93	-0.16
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	9	0.0200	-3.91	-0.08
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	2	0.0044	-5.42	-0.02
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	4	0.0089	-4.72	-0.04
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	9	0.0200	-3.91	-0.08
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10	0.0222	-3.81	-0.08
Tiliaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	66	0.1467	-1.92	-0.28
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2	0.0044	-5.42	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	3	0.0067	-5.01	-0.03
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	0.0022	-6.11	-0.01
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	1	0.0022	-6.11	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13	0.0289	-3.54	-0.10
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55	0.1222	-2.10	-0.26

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	7	0.0156	-4.16	-0.06
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	1	0.0022	-6.11	-0.01
Total			450	DIVERSIDAD		2.65
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
3.40			0.78			

Tabla 5. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbóreo 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 **0.56**; 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.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	1	0.25	-1.39	-0.35
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	3	0.75	-0.29	-0.22
Total			4	DIVERSIDAD		0.56
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
0.69			0.81			

Tabla 6. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato arbustivo 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 **1.32**; 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 dominan en el número de individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	9	0.16	-1.86	-0.29
Euphorbiaceae	<i>Eupphorbia graminea</i>	Golondrina	2	0.03	-3.37	-0.12
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	2	0.03	-3.37	-0.12
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	35	0.60	-0.51	-0.30
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	6	0.10	-2.27	-0.23
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	1	0.02	-4.06	-0.07
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	2	0.03	-3.37	-0.12
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	1	0.02	-4.06	-0.07
Total			58	DIVERSIDAD		1.32
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
2.08			0.63			

Tabla 7. Diversidad de Shannon-Wiener del estrato herbáceo en el Área del Proyecto.

Especies Epífitas y No Maderables.

De las Especies Epífitas y No Maderables se presenta una diversidad **BAJA**, ya que con el Cálculo del índice de Shannon-Wiener, se obtuvo un valor de **0.28**; la bibliografía cita que en resultados menores a 2, la diversidad del área es considerada baja. Mientras que la Equitatividad refleja que una especie domina en el número de individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	(i)	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2	0.08	-2.53	-0.20
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23	0.92	-0.08	-0.08
Total			25	DIVERSIDAD	0.28	
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
0.69			0.40			

Tabla 8. Diversidad de Shannon-Wiener de especies epífitas y no maderables en el Área del Proyecto

9.2. Fauna

9.2.1. Sistema ambiental

9.2.1.1. Análisis de la diversidad de la fauna

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). (Magurran, 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). (Magurran, 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' = - Σpi X Ln(pi)**), es la forma en la cual normalmente se presenta la diversidad de especies basada en la teoría de información; de esta forma, el

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

Anfibios.

De los anfibios solo se detectó a una especie por lo que este grupo presenta una nula diversidad.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2	1	0.00	0.00
Total			2	Diversidad		0.00
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
0.00			0.00			

Tabla 9. Diversidad de Shannon-Wiener de anfibios en el SA.

Reptiles.

Los Reptiles presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **1.19** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja. La equitatividad refleja que existen especies que dominan el grupo, como la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) que presenta 20 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	5	0.11	-2.22	-0.24
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	2	0.04	-3.14	-0.14
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	3	0.07	-2.73	-0.18
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	9	0.20	-1.63	-0.32
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	27	0.59	-0.53	-0.31
Total			46	Diversidad		1.19
H' _{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' _{MAX}			
1.61			0.74			

Tabla 10. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el SA.

Aves.

Las Aves presentan una diversidad **ALTA**, al obtener una diversidad de **3.05** la bibliografía cita, que en resultados mayores a 3 la diversidad es alta. La equitatividad refleja que hay un equilibrio entre el número de especies y de individuos 26 especies vs 225 individuos, es decir son equitativos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	5	0.0222	-3.81	-0.08
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	7	0.0311	-3.47	-0.11
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	8	0.0356	-3.34	-0.12
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11	0.0489	-3.02	-0.15
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	8	0.0356	-3.34	-0.12
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	0.0311	-3.47	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11	0.0489	-3.02	-0.15
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	12	0.0533	-2.93	-0.16
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	0.0711	-2.64	-0.19
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	0.0089	-4.72	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	18	0.0800	-2.53	-0.20
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	10	0.0444	-3.11	-0.14
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	17	0.0756	-2.58	-0.20
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	3	0.0133	-4.32	-0.06
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	6	0.0267	-3.62	-0.10
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	4	0.0178	-4.03	-0.07
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	8	0.0356	-3.34	-0.12
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22	0.0978	-2.33	-0.23
Thraupidae	<i>Sporophila morelleti</i>	Semillero de Collar	7	0.0311	-3.47	-0.11
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Salta pared moteado	3	0.0133	-4.32	-0.06
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	7	0.0311	-3.47	-0.11
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	3	0.0133	-4.32	-0.06
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	6	0.0267	-3.62	-0.10
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	20	0.0889	-2.42	-0.22
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	2	0.0089	-4.72	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	2	0.0089	-4.72	-0.04
Total			225	Diversidad		3.05
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
3.26			0.94			

Tabla 11. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el SA.

Mamíferos.

Los Mamíferos presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **1.05** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, los Mamíferos presentan un índice de diversidad menor a 2. La equitatividad refleja que hay un equilibrio entre el número de especies y de individuos tres especies vs 10 individuos, es decir son equitativos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	4	0.40	-0.92	-0.37

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	4	0.40	-0.92	-0.37
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla gris	2	0.20	-1.61	-0.32
Total			10	Diversidad		1.05
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
1.10			0.96			

Tabla 12. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el SA.

9.2.2. Área del proyecto

9.2.2.1. Análisis de la diversidad de la fauna

Índice de Shannon-Wiener.

Reptiles.

Los Reptiles presentan una diversidad **BAJA**, al obtener una diversidad de **0.74** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja. La equitatividad refleja que existen especies dominantes, en este caso la Lagartija verdi azul (*Aspidoscelis deppii*) con 23 individuos.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	2	0.0690	-2.67	-0.18
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	2	0.0690	-2.67	-0.18
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	2	0.0690	-2.67	-0.18
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	23	0.7931	-0.23	-0.18
Total			29	Diversidad		0.74
H'_{MAX} = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H'_{MAX}			
1.39			0.53			

Tabla 13. Diversidad de Shannon-Wiener de reptiles en el Área del Proyecto.

Aves.

Las Aves presentan una diversidad **MEDIA**, al obtener una diversidad de **2.67** la bibliografía cita, que en resultados menores a 2, se infiere que la diversidad del sitio es baja, mientras que en resultados mayores a 3 la diversidad es alta, las Aves se encuentran entre ambos valores. La equitatividad refleja que entre el número de especies y el número de individuos existe una relación equitativa, se registraron en total 123 individuos en 19 especies.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	6	0.0488	-3.02	-0.15
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	5	0.0407	-3.20	-0.13
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	4	0.0325	-3.43	-0.11
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	4	0.0325	-3.43	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	5	0.0407	-3.20	-0.13

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	10	0.0813	-2.51	-0.20
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	12	0.0976	-2.33	-0.23
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.0081	-4.81	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	15	0.1220	-2.10	-0.26
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	8	0.0650	-2.73	-0.18
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	15	0.1220	-2.10	-0.26
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	3	0.0244	-3.71	-0.09
Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	3	0.0244	-3.71	-0.09
Thraupidae	<i>Sporophila moreletti</i>	Semillero de Collar	4	0.0325	-3.43	-0.11
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	6	0.0488	-3.02	-0.15
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	3	0.0244	-3.71	-0.09
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	17	0.1382	-1.98	-0.27
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	1	0.0081	-4.81	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	1	0.0081	-4.81	-0.04
Total			123	Diversidad		2.67
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
2.94			0.91			

Tabla 14. Diversidad de Shannon-Wiener de aves en el Área del Proyecto.

Mamíferos.

De los Mamíferos solo se detectó a una especie por lo que este grupo presenta una nula diversidad.

Familia	Nombre Científico	Nombre Comun	i	pi	LN(pi)	piXLN(pi)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	1	0.00	0.00
Total			2	Diversidad		0.00
H' MAX = LN(S)			EQUITATIVIDAD = H' / H' MAX			
0.00			0.00			

Tabla 15. Diversidad de Shannon-Wiener de mamíferos en el Área del Proyecto.

9.3. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III

La NOM-059-SEMARNAT-2010, es la Norma Oficial que indica la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

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

En el Sistema Ambiental, se detectó que cuatro especies de flora se encuentran incluidas en a NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se presentan a continuación:

Área	Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Sistema Ambiental	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	Peligro de extinción (P)
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 16. Especies de flora con estatus de protección.

En cuanto a las especies de fauna, se identificó que las siguientes se encuentran incluidas en a NOM-059-SEMARNAT-2010:

Área	Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Sistema Ambiental	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Amenazada (A)
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

Área	Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 17. Especies de fauna con estatus de protección en el SA.

9.3.2. Área del proyecto

En el Área del Proyecto, solo una especie de flora se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es *Cedrela odorata* (Cedro), con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

En cuanto a las especies de fauna, en el Área del Proyecto, solo una especie de flora se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es *Ctenosaura acanthura* (Iguana cola espinosa del golfo), con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

9.4. Análisis comparativo de la biodiversidad

Para argumentar que el desarrollo del proyecto atiende al precepto de excepción señalado en el Artículo 93, Párrafo Primero de la LGDFS, que a la letra dice:

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, ...

(...)

Por lo tanto, se realizó un análisis de comparación de los valores de abundancia relativa, valor de importancia relativa e índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener, para flora y fauna, los cuales se presentan en los siguientes apartados.

9.4.1. Indicadores de biodiversidad

9.4.1.1. Vegetación

En lo que, respecta a riqueza de flora silvestre, se reportan **89 especies en la zona del Sistema Ambiental**, de las cuales **siete (7) son especies Epífitas y No Maderables**, **20 son Herbáceas**, **cinco (5) son Arbustivas** y **57 especies de Árboles**. Mientras que dentro del **Área del Proyecto** se detectaron **42 especies**, de las cuales **dos (2) son especies Epífitas y No Maderables**, **ocho (8) son Herbáceas**, **dos (2) son Arbustivas** y **30 especies de Árboles**.

		No Maderables	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Total
Sistema Ambiental	Familia	41 Familias				
	Especies	7	20	5	57	89
	Individuos	80	168	49	966	1,263
	Diversidad	1.64	2.35	0.97	3.19	--
	Diversidad máxima	1.95	3.00	1.61	4.04	--
	Equitatividad	0.84	0.79	0.60	0.79	--

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

		No Maderables	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Total
Área del Proyecto	Familia	24 Familias				
	Especies	2	8	2	30	42
	Individuos	25	58	4	450	537
	Diversidad	0.28	1.32	0.56	2.65	--
	Diversidad máxima	0.69	2.08	0.69	3.40	--
	Equitatividad	0.40	0.63	0.81	0.78	--

Tabla 18. Comparativa entre las Diversidad de flora presente en el Sistema Ambiente y el área del Proyecto.

Entre las medidas de mitigación propuestas, se llevará a cabo 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, tanto de las Especies No Maderables, Estrato Herbáceo, Estrato Arbustivo y Estrato Arbóreo.

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. El número de individuos detectados en ambas zonas presenten una relación 1:1.

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 el SA se presenta una mayor Riqueza de Familias, Especies y de Individuos, lo que le ha otorgado que está presente una mayor diversidad, con un Índice de Shannon-Wiener de **3.19**, a diferencia del **2.65** obtenido en el área del Proyecto. En cuanto a las especies detectadas en el Área del Proyecto, estas se encuentran bien representados en el SA, ya que se presentan en mayor cantidad de especies.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Anacardiaceae	<i>Comocladia guatemalensis</i>	Cinco Negrito	5		7.35		0.74%		-0.03	
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	3		4.41		0.45%		-0.02	
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	2		2.94		0.45%		-0.01	
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana glabra</i>	Corcochi	14	3	20.59	10.71	1.34%	0.73%	-0.06	-0.03
Asteraceae	<i>Montanoa tomentosa</i>	Malacate	64	54	94.12	192.86	4.57%	8.39%	-0.18	-0.25
Asteraceae	<i>Sinclairia glabra</i>	Gamuza	7	3	10.29	10.71	0.74%	1.11%	-0.04	-0.03
Asteraceae	<i>Verbesina abscondita</i>	Tziquescuí	7	2	10.29	7.14	0.66%	0.59%	-0.04	-0.02
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Candox	55	15	80.88	53.57	4.42%	3.81%	-0.16	-0.11
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tamborcito	3	1	4.41	3.57	0.54%	0.49%	-0.02	-0.01
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Copal	37	12	54.41	42.86	4.97%	2.62%	-0.12	-0.10
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Anjuy	3	2	4.41	7.14	0.38%	0.63%	-0.02	-0.02
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	76	36	111.76	128.57	9.53%	7.52%	-0.20	-0.20
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Capulín Cimarrón	8	2	11.76	7.14	0.94%	0.62%	-0.04	-0.02

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Combretaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	50		73.53		3.99%		-0.15	
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Molinillo	1		1.47		0.21%		-0.01	
Ebenaceae	<i>Dyospiros salicifolia</i>	Zapotillo	5		7.35		0.61%		-0.03	
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Chaya	10		14.71		1.16%		-0.05	
Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensis</i>	Copalche	6		8.82		0.76%		-0.03	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pseudofulva</i>	Chicle	2		2.94		0.41%		-0.01	
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Mimbres	2		2.94		0.25%		-0.01	
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3	3	4.41	10.71	0.30%	1.09%	-0.02	-0.03
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	1	6	1.47	21.43	0.21%	1.11%	-0.01	-0.06
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	72	83	105.88	296.43	6.98%	18.48 %	-0.19	-0.31
Fabaceae	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4	4	5.88	14.29	0.38%	2.06%	-0.02	-0.04
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	11	17	16.18	60.71	1.51%	4.77%	-0.05	-0.12
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil	2		2.94		0.46%		-0.01	
Fabaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1		1.47		0.29%		-0.01	
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	94	24	138.24	85.71	7.68%	5.38%	-0.23	-0.16
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperla	16		23.53		1.68%		-0.07	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Matabuey	10	9	14.71	32.14	1.27%	2.33%	-0.05	-0.08
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Tepeguaje	9	2	13.24	7.14	1.04%	0.69%	-0.04	-0.02
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Amolillo	37	4	54.41	14.29	4.02%	1.64%	-0.12	-0.04
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i>	Sierrita	28	9	41.18	32.14	2.31%	2.20%	-0.10	-0.08
Fabaceae	<i>Senna atomaria</i>	Hediondillo	13		19.12		1.63%		-0.06	
Fabaceae	<i>Senna nicaraguensis</i>	Huevito de Iguana	1		1.47		0.21%		-0.01	
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Santa Rosa	10		14.71		1.10%		-0.05	
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	San Felipe	19		27.94		2.00%		-0.08	
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Mosmot	3		4.41		0.51%		-0.02	
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	4	10	5.88	35.71	0.58%	2.25%	-0.02	-0.08
Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	Guaspó	146	66	214.71	235.71	12.94 %	12.33 %	-0.29	-0.28
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	2	4.41	7.14	0.49%	0.99%	-0.02	-0.02
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba	9	3	13.24	10.71	1.28%	1.22%	-0.04	-0.03
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1	1	1.47	3.57	0.21%	0.49%	-0.01	-0.01
Moraceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate	1		1.47		0.20%		-0.01	
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i>	Shasa	2	1	2.94	3.57	0.44%	0.50%	-0.01	-0.01
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	11	13	16.18	46.43	1.18%	3.94%	-0.05	-0.10
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	53	55	77.94	196.43	6.26%	10.09 %	-0.16	-0.26
Rhamnaceae	<i>Colubrina triflora</i>	Cholago	7		10.29		0.84%		-0.04	
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Calabacita	4		5.88		0.71%		-0.02	
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i>	Caniquita	10		14.71		1.27%		-0.05	
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzecita	1		1.47		0.21%		-0.01	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Cola de Lagarto	8	7	11.76	25.00	1.10%	1.44%	-0.04	-0.06
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i>	Palo Brujo	4	1	5.88	3.57	0.37%	0.49%	-0.02	-0.01
Salicaceae	<i>Zinowiewia integerrima</i>	Cafecito	1		1.47		0.21%		-0.01	

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	San Jacinto	3		4.41		0.30%		-0.02	
Tiliaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Calagua	1		1.47		0.21%		-0.01	
Zygophyllaceae	<i>Guaicum sanctum</i>	Huesito	3		4.41		0.51%		-0.02	
Total			966	450	1,420.59	1,607.14	100%	100%	3.19	2.65

Tabla 19. Comparativa del estrato arbóreo.

De acuerdo con lo anterior en el SA las especies dominantes son Mulato (*Bursera simaruba*) con el 9.53% y el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 12.94%; mientras que en el Área de Proyecto son el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) con el 12.33% y el Quebracho (*Acacia pennatula*) con el 18.48%. Como se observa en la tabla anterior, el Guaspó (*Heliocarpus terebinthinaceus*) es de las especies mejor representadas en ambas superficies.

Estrato Arbustivo.

Comparando los datos, tenemos que el SA presenta una mayor Riqueza de Familias, Especies y de Individuos, lo que le ha otorgado que esta presente una mayor diversidad, con un Índice de Shannon-Wiener de **0.97**, a diferencia del **0.56** obtenido en el área del Proyecto. En cuanto a las especies detectadas en el Área del Proyecto, estas se encuentran bien representados en el SA, ya que se presentan en mayor cantidad de especies, en ambas áreas la diversidad presente es baja.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	1		46.83		6.45%		-0.08	
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	33		1,545.52		39.32%		-0.27	
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlilla	3		140.50		5.67%		-0.17	
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i>	Hierba del Cargapalito	2	1	93.67	113.74	11.07%	29.70%	-0.13	-0.35
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Manzanita	10	3	468.34	341.22	37.50%	70.30%	-0.32	-0.22
Total			49	4	2,294.87	454.96	100%	100%	0.97	0.56

Tabla 20. Comparativa del estrato arbustivo.

De acuerdo con lo anterior, en el SA las especies dominantes son Manzanita (*Lantana involucrata*), con el 37.50% y la Escoba (*Sida acuta*) con el 39.32%; mientras que en el Área de Proyecto es la Manzanita (*Lantana involucrata*), con el 70.30%, siendo esta la especie mejor representado en ambas superficies.

Estrato Herbáceo.

Comparando los datos, tenemos que el SA presenta una mayor diversidad que el Área del Proyecto, ya que el Índice de Shannon-Wiener calculado fue de **2.35**, mientras que en el Área del Proyecto la diversidad fue de **1.32**, en la SA se presenta una diversidad media y en el área de Proyecto es baja.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Cordeoncillo	40		23,529.41		9.01%		-0.34	
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i>	Zarcilla	1		588.24		1.11%		-0.03	

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	8		4,705.88		2.41%		-0.14	
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	11	9	6,470.59	12,857.14	6.14%	10.20%	-0.18	-0.29
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba del Pollo	1		588.24		1.05%		-0.03	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanilla Morada	3		1,764.71		2.26%		-0.07	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Golondrina	17	2	10,000.00	2,500.00	4.22%	3.38%	-0.23	-0.12
Fabaceae	<i>Desmodium distortum</i>	Cadillo	1		588.24		1.11%		-0.03	
Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Chorequillo	2		1,176.47	0.00	2.03%		-0.05	
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i>	Trébol Amargo	4		2,352.94	0.00	1.65%		-0.09	
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>	Picapica	1		588.24	0.00	1.05%		-0.03	
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i>	Pegarropa	1		588.24	0.00	1.05%		-0.03	
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Dormilona	1		588.24	0.00	1.01%		-0.03	
Poaceae	<i>Andropogon gayanus</i>	Zacate Llanero	4	2	2,352.94	2,500.00	22.14%	34.48%	-0.09	-0.12
Poaceae	<i>Eragrostis tenuifolia</i>	Zacate	11		6,470.59	0.00	17.40%		-0.18	
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	38	35	22,352.94		15.11%	32.55%	-0.34	-0.30
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Zacate Carricito	12	6	7,058.82	7,500.00	4.08%	7.98%	-0.19	-0.23
Rubiaceae	<i>Ruellia inundata</i>	Hierba del Toro	4	1	2,352.94	1,250.00	2.74%	2.82%	-0.09	-0.07
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i>	Aquiste	4	2	2,352.94	2,500.00	2.76%	5.74%	-0.09	-0.12
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba Mora	4	1	2,352.94	1,250.00	1.66%	2.84%	-0.09	-0.07
Total			168	58	98,823.53	30,357.14	100%	100%	2.35	1.32

Tabla 21. Comparativa del estrato herbáceo.

De acuerdo con lo anterior, en el SA y Área del proyecto, la especie dominante es Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*), con 22.14% y 34.48%, respectivamente; siendo el Zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) la especie mejor representado en ambas superficies.

Especies Epífitas y No Maderables.

Comparando los datos, tenemos que el SA presenta una mayor diversidad que el Área del Proyecto, ya que el Índice de Shannon-Wiener calculado fue de **1.64**, mientras que en el Área del Proyecto la diversidad fue de **0.28**, en ambos casos la diversidad presente es baja.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia		Densidad		VIR		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Asparagaceae	<i>Agave kewensis</i>	Maguey del Grijalva	29		42.65		28.13%		-0.37	
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	13	2	19.12	2.94	18.13%	11.14%	-0.30	-0.20
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Gallinitas	4		5.88		6.50%		-0.15	
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	5		7.35		9.13%		-0.17	
Cactaceae	<i>Pterocereus gaumeri</i>	Órgano Kanzacam	4		5.88		4.50%		-0.15	
Cactaceae	<i>Selenicereus nelsonii</i>	Pitaya Nocturna	4		5.88		4.50%		-0.15	
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	21	23	30.88	33.82	29.13%	88.86%	-0.35	-0.08
Total			80	25	117.65	36.76	100%	100%	1.64	0.28

Tabla 22. Comparativa de especies epífitas y no maderables.

De acuerdo con lo anterior, la especie dominante en el SA y en el Área del Proyecto es Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*), con el 29.13% y 88.86%, respectivamente; siendo la Orquídea Monja Africana (*Oeceoclades maculata*) es la especie mejor representado en ambas superficies.

Conclusión

Además de las especies listadas en la Norma, y las reportadas dentro del área de CUSTF, que, de acuerdo con los criterios de rescate, cumplan para ser rescatadas, serán tomadas

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

en cuenta en el **Programa de Rescate de Flora**, con el fin de conservar y preservar la flora nativa, por lo que se favorecerá al ecosistema general del SA y se mantendrán las especies afectadas.

Aunado a lo anterior, y con la inclusión de estas especies a los Programas, se garantiza su presencia dentro del SA, por lo tanto, no se comprometerá la flora nativa dentro de la región, cumpliendo con el precepto de excepción del artículo 93 de la LGDFS.

9.4.1.2. Fauna

En lo que, respecta a riqueza de flora silvestre, se reportan **35 especies en el Sistema Ambiental**, de las cuales **una es de anfibios, cinco de reptiles, 26 de aves y tres de mamíferos**; mientras que dentro del **Área del Proyecto** se detectaron **24 especies**, de las cuales **cuatro son reptiles, 19 son aves y una de mamíferos**.

		Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Sistema Ambiental	Familia	1	5	15	3	24
	Especies	1	5	26	3	35
	Individuos	2	46	225	10	283
	Diversidad	0.00	1.19	3.05	1.05	--
	Diversidad máxima	0.00	1.61	3.26	1.10	--
	Equitatividad	0.00	0.74	0.94	0.96	--
Área de Proyecto	Familia	0.00	4	11	1	16
	Especies	0.00	4	19	1	24
	Individuos	0.00	29	123	2	154
	Diversidad	0.00	0.74	2.67	1.05	--
	Diversidad máxima	0.00	1.39	2.94	0.00	--
	Equitatividad	0.00	0.53	0.91	0.00	--

Tabla 23. Comparativa entre las Diversidad de fauna presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto.

Anfibios.

Los Anfibios solo fueron detectados en el SA, reportando una especie, el Sapo costero (*Incilius valliceps*) con el 100%. La diversidad que presenta este grupo es nula.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Abundancia Relativa		DIVERSIDAD	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	2		100.00%		0.00	
TOTAL			2		100%		0.00	

Tabla 24. Comparativa de la distribución de Anfibios.

Reptiles.

De los Reptiles en el SA, se determinaron en total cinco especies de cinco familias diferentes, en el Área de Proyecto se detectaron cuatro especies en igual número de familias, la especie con mayor abundancia relativa en la SA fue la Lagartija verdi azul (*Asidoscelis deppii*) con el 58.70%, en el Área del Proyecto, también fue la Lagartija verdi azul (*Asidoscelis deppii*) con el 79.31%. La diversidad fue mayor en la SA que en el Área del Proyecto, el Índice de

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Shannon-Wiener arroja un valor de 1.19 para la SA y de 0.74 para el Área de Proyecto, cabe mencionar que en ambos casos la diversidad es baja.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Dactyloidae	<i>Anolis unilobatus</i>	Abaniquillo	5	2	10.87%	6.90%	-0.24	-0.18
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija	2		4.35%		-0.14	
Iguanidae	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	3	2	6.52%	6.90%	-0.18	-0.18
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa variable	9	2	19.57%	6.90%	-0.32	-0.18
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Lagartija verdi azul	27	23	58.70%	79.31%	-0.31	-0.18
TOTAL			46	29	100%	100%	1.19	0.74

Tabla 25. Comparativa de la distribución de Reptiles.

Aves.

De las Aves, en el SA se determinaron en total 26 especies de 15 familias diferentes, las familias mejor representadas fueron Icteridae y Tyrannidae, con cuatro especies cada una, en el Área de Proyecto se detectaron 19 especies de 11 familias diferentes, destacando las familias Icteridae y Tyrannidae con cuatro especies cada una, la especie con mayor abundancia relativa en la SA fueron el Lusitio común (*Myiozetetes similis*) con el 8.89% y el Perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con el 9.78%, en el Área del Proyecto, fueron la Calandria dorso negro mayor (*Icterus gularis*) y el Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con el 12.20% cada una y el Lusitio común (*Myiozetetes similis*) con el 13.82%, está especie es la de especie dominante en ambas superficies. La diversidad fue Alta en la SA presentando 3.05 del Índice de Shannon – Wiener; mientras que en el Área del Proyecto se presentó 2.67.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijiji alas blancas	5		2.22%		-0.08	
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	7	6	3.11%	4.88%	-0.11	-0.15
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	8	5	3.56%	4.07%	-0.12	-0.13
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11		4.89%		-0.15	
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	8	4	3.56%	3.25%	-0.12	-0.11
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	7	4	3.11%	3.25%	-0.11	-0.11
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	11	5	4.89%	4.07%	-0.15	-0.13
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca cara blanca	12	10	5.33%	8.13%	-0.16	-0.20
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	16	12	7.11%	9.76%	-0.19	-0.23
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	1	0.89%	0.81%	-0.04	-0.04
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria dorso negro mayor	18	15	8.00%	12.20%	-0.20	-0.26
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	10	8	4.44%	6.50%	-0.14	-0.18
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	17	15	7.56%	12.20%	-0.20	-0.26
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Doméstico	3		1.33%		-0.06	
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	6	3	2.67%	2.44%	-0.10	-0.09
Poliophtidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	4	3	1.78%	2.44%	-0.07	-0.09
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	8		3.56%		-0.12	
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	22		9.78%		-0.23	
Thraupidae	<i>Sporophila moreletti</i>	Semillero de Collar	7	4	3.11%	3.25%	-0.11	-0.11

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Salta pared moteado	3		1.33%		-0.06	
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Salta pared barrado	7	6	3.11%	4.88%	-0.11	-0.15
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo café	3		1.33%		-0.06	
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	6	3	2.67%	2.44%	-0.10	-0.09
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	20	17	8.89%	13.82%	-0.22	-0.27
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien te veo	2	1	0.89%	0.81%	-0.04	-0.04
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano piriri	2	1	0.89%	0.81%	-0.04	-0.04
TOTAL			225	123	100%	100%	3.05	2.67

Tabla 26. Comparativa de la distribución de Aves.

Mamíferos.

De los Mamíferos en el SA se determinaron en total tres especies de tres familias diferentes, mientras que en el Área de Proyecto solo se detectó a una especie; la especie con mayor abundancia relativa en la SA fueron la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) con el 40.00% cada una, en el Área del Proyecto, fue la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) con el 100%, esta especie es la de especie dominante en ambas superficies. La diversidad fue Baja en el SA presentando 1.05 del Índice de Shannon – Wiener; mientras que en el Área del Proyecto fue nula, al presentar una sola especie.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Abundancia Relativa		Diversidad	
			SA	CUSTF	SA	CUSTF	SA	CUSTF
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	4	2	40.00%	100%	-0.37	0.00
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	4		40.00%		-0.37	
Sciuridae	<i>Sciurus aureoagaster</i>	Ardilla gris	2		20.00%		-0.32	
Total			10		100%	100%	1.05	0.00

Tabla 27. Comparativa de la distribución de Mamíferos.

Conclusión

De acuerdo con lo presentado previamente, queda demostrado que **no se pone en riesgo a la fauna**, ya que en el SA se presenta mayor diversidad y riqueza específica en comparación al área de CUSTF.

Así mismo, durante el desarrollo del Proyecto se llevará a cabo la implementación de diversas medidas con el objetivo de evitar las afectaciones hacia los ejemplares que pudiesen encontrarse en el área de trabajo, en conjunto con la ejecución del **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**.

Por lo mencionado previamente, se demuestra que, con la ejecución del proyecto, no se comprometerá la flora nativa dentro de la región, cumpliendo con el precepto de excepción del artículo 93 de la LGDFS.

9.4.2. Análisis general

Derivado de lo anterior se puede resumir que, con el Proyecto en cuestión, que afectará una superficie de **1.2692 Ha** cubiertas por **Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja**

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Caducifolia, sin embargo, con esto **no se comprometerán las especies de flora y fauna silvestre**, ya que se efectuará diversas medidas para atenuar los impactos negativos hacia estos componentes bióticos, en conjunto a la aplicación de Programas 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 MODALIDAD B “COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE C.V.**

CAPÍTULO 10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



ÍNDICE

Capítulo 10. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales	1
10.1. Descripción de los impactos sobre los recursos ambientales.....	1
10.2. Descripción de las medidas de prevención y mitigación	2
10.2.1. Medidas de prevención	3
10.2.2. Medidas de mitigación.....	3
10.2.3. Medidas de compensación	6
10.2.4. Seguimiento y vigilancia.....	7

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de medidas aplicables.	2

Capítulo 10. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales

10.1. Descripción de los impactos sobre los recursos ambientales

Tomando en cuenta las condiciones del sitio y las características del proyecto y sus diversas etapas, a continuación, se presentan las actividades susceptibles a causar impactos ambientales y los elementos ambientales a los que serán dirigidos:

- **Atmósfera**

La introducción y uso de vehículos y maquinaria, junto a la remoción del suelo podría aumentar los niveles de partículas y gases contaminantes en la atmósfera. Además, la presencia temporal de vehículos, maquinaria y personal que labore traerá consigo un incremento en el nivel de ruidos a nivel puntual.

Indicadores: Niveles de partículas suspendidas totales, Emisiones de gases de efecto invernadero y Niveles de ruido.

- **Geomorfología**

Debido a que se realizarán actividades destinadas a modificar el estado original del suelo, existirán pérdida y modificación del mismo durante el CUSTF.

Indicadores: Relieve.

- **Suelos**

Dada la pérdida del suelo natural como capa protectora, se verá un aumento en el índice de erosión, así como un cambio completo en el uso del suelo.

Indicadores: Usos del suelo, índice de erosión laminar, características físicas del suelo.

- **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 el cambio de uso del suelo.

Indicadores: existencia de escurrimientos superficiales, calidad del agua, índice de infiltración.

- **Vegetación**

El proyecto afecta directamente a la vegetación existente en el área y su estado de conservación de la vegetación.

Indicadores: Índice de diversidad, caracterización de la vegetación silvestre, existencias de individuos.

- **Fauna**

Por el estado de los ecosistemas terrestres se considera que las poblaciones de fauna terrestre se encuentran estables. Potencial interrupción en el hábitat natural de especies

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

fauna, que deberá trasladarse a sitios con mejores condiciones de vida y características similares a la nativa.

Indicadores: Características y tipo de especies existentes, valor comercial y/o interés cinegético, estado actual del hábitat, movilidad de las especies.

- **Economía**

Se refiere a la oferta que generará el proyecto sobre empleos directos y sus efectos en el desarrollo económico y social.

Indicadores: Oferta y demanda de servicios o mano de obra. Generación de empleos.

- **Sociedad**

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.

10.2. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Las medidas tienen como objetivos prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los posibles efectos adversos que podrían ser causados sobre los elementos del medio biótico, abiótico y socioeconómico. Esto con el fin de lograr la conservación del entorno ambiental antes, durante y después de la realización del Proyecto.

Los tipos de medidas que integran el Proyecto se presentan en la Tabla 1.

Medida	Descripción
Compensación	Tienen por objetivo la implementación de acciones correspondientes a subsanar los impactos ambientales negativos que no pudieron ser atenuados o prevenidos.
Mitigación	Tienen como finalidad la minimización de los impactos adversos hacia el medio ambiente que puedan ocasionarse por el desarrollo de las actividades que conforman el proyecto, y mejorar la calidad ambiental aprovechando el potencial existente.
Preventivas	Tienen por objetivo evitar o minimizar, en la medida de lo posible, los daños e impactos negativos hacia el medio ambiente por el desarrollo de un proyecto.

Tabla 1. Tipos de medidas aplicables.

Por lo anterior, en el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B) se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que responden a las afectaciones que podrían generarse a la flora y fauna silvestres, suelo, agua y carbono 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, en lo que se refiere a 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”

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

Además, como medida de compensación ambiental se presenta la propuesta del programa de conservación a través de la reforestación para los factores ambientales suelo y agua, así como para la captación de carbono, junto a las acciones que se realizarían durante el rescate y reubicación de la Flora y Fauna silvestres.

10.2.1. Medidas de prevención

A continuación, se indican las medidas de Prevención y la descripción de las mismas:

Ahuyentamiento de fauna silvestre: Previo al inicio de las labores diarias, se formará un grupo de trabajo que, con instrucciones específicas de generar ruido, avancen de forma gradual en el área del Proyecto, incitando el desplazamiento de la fauna fuera del área a intervenir.

De forma conjunta, se capacitará a los trabajadores que acompañan al personal técnico, indicando la dinámica a seguir durante los recorridos que se llevarán a cabo para evitar daños a la fauna, haciendo énfasis en la protección de aquellas que se encuentren clasificadas bajo algún estatuto de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Capacitación y Concientización Ambiental: Previo al inicio del proyecto, se llevará a cabo una serie de pláticas hacia el personal que labore en el proyecto y que acompañará al personal técnico, sobre la importancia ambiental en el manejo de residuos, protección de la biodiversidad, cuidado en la gestión del agua, seguridad e higiene, entre otros temas.

Delimitación del Área de CUSTF: Con el objetivo de conocer los límites y dimensiones del Proyecto, y las afectaciones a otras áreas, se llevará a cabo la delimitación del área a intervenir. Para llevar a cabo esto, será indispensable el apoyo de personal capacitado y equipos de apoyo.

Programas de Rescate y Reubicación de Flora y de Fauna Silvestre: La ejecución de estos programas se realizará durante la Etapa de Preparación del Sitio; dichos programas tienen como objetivo la identificación de especies de flora y fauna de importancia que requieran ser rescatadas, para posteriormente ser reubicadas en un área previamente delimitada, la cual compartirá las características del hábitat donde fueron extraídos.

Colocación de letreros alusivos: Esto consistirá en la implementación de señalética en lugares estratégicos dentro del área del proyecto, enfocada hacia el manejo de residuos, restricciones de acceso, uso de equipos de protección personal, cuidado de la biodiversidad, entre otras.

10.2.2. Medidas de mitigación

10.2.2.1. Generales

Las medidas de mitigación generales, son aquellas que serán tomadas en cuenta durante el desarrollo de todas las etapas del Proyecto, las cuales se presentan a continuación:

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- Para garantizar la seguridad del personal, se les proporcionará el equipo e indumentaria adecuada para la realización de sus actividades.
- Para el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se situarán contenedores con capacidad de 200 litros dentro del área del Proyecto con el objeto de disponer los residuos, los cuales serán recolectados por la Autoridad pertinente, es decir, el servicio de limpia municipal. Los contenedores estarán rotulados con el fin de incitar a los trabajadores a ejercer la separación de los mismos. Así también, se prohíbe tirar desperdicios en las áreas colindantes al sitio del Proyecto.
- En caso de generarse Residuos Peligrosos (RP) (botes de aceites, lubricantes, estopas, etc.), estos serán depositados en recipientes, rotulados y dispuestos en un almacén temporal, para su posterior recolección por una Empresa autorizada por la SEMARNAT, la cual se encargará de su manejo y disposición final.
- Se delimitarán las diversas zonas del Proyecto por medio de letreros alusivos.
- Se respetarán los tiempos establecidos en el cronograma de trabajo y dentro de las áreas establecidas para el desarrollo de las actividades del Proyecto.
- En el sitio del Proyecto existirán restricciones sobre el acceso al mismo, para evitar la presencia de personas ajenas que no estén al tanto de las medidas de protección.
- Se establecerán periodos de mantenimiento para el equipo y/o maquinaria que no se encuentre funcionando correctamente.
- Se deberá respetar la superficie que se autorice para el establecimiento del puente, quedando estrictamente prohibido cualquier actividad fuera del sitio autorizado.
- Se debe evitar dejar funcionando la maquinaria sin que esté en uso.
- Los trabajos deben realizarse bajo estricta supervisión, apegándose a las especificaciones establecidas en el proyecto, a los límites autorizados y a las presentes medidas de prevención y mitigación para evitar que se generen más daños hacia el medio de los necesarios.
- Queda prohibida la ejecución de mantenimiento de maquinaria sobre el cauce del arroyo, así como el lavado de los equipos y de la maquinaria que resulte en el escurrimiento de aguas grises.
- Se realizará la contratación de personal especializado para obras que contempla el proyecto.

10.2.2.2. Factores Ambientales Físicos

Las medidas para mitigar los impactos hacia los componentes aire, suelo y agua, son las siguientes:

Suelo

- Reducir a un mínimo los movimientos de tierras y la operación de la maquinaria.
- Debe evitarse estrictamente el derrame de combustibles y lubricantes al suelo.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Aire

- Prohibir la quema a cielo abierto de cualquier material en el sitio, por la generación de residuos como madera, carbón, plásticos de empaques, etc.
- El equipo, vehículos y maquinaria por utilizar durante las diferentes etapas del proyecto, deberán estar en óptimas condiciones de operación.
- Se realizará el riego con aguas (crudas) sobre los caminos y terracerías, con el objetivo de evitar la dispersión de polvos y partículas por el movimiento de vehículos y maquinaria en el área del Proyecto.

Agua

- El agua requerida para el proyecto será adquirida mediante pipas y se almacenará temporalmente en recipientes y/o tanques. También, se recolectará el agua de las lluvias que pudieran presentarse durante la ejecución del proyecto.
- Respetar siempre que sea posible el patrón de drenaje natural.
- Se prohíbe 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 zonas adyacentes.
- Instalar el número de sanitarios portátiles reglamentados de acuerdo con el número de trabajadores en la obra (1 letrina por cada 20 trabajadores), y verificar que la empresa prestadora del servicio proporcione el mantenimiento diario para evitar la contaminación del suelo y agua por desechos orgánicos y afectaciones a la salud tanto de los trabajadores como de los habitantes cercanos
- Impedir los vertidos accidentales de toda clase de productos como pavimentos y combustibles.
- No se derramarán aceites, combustibles, grasas u otras sustancias de manera intencional, ya que son sustancias contaminantes del agua.
- Para evitar la caída de materiales hacia el arroyo innominado, se colocará una malla textil.

10.2.2.3. Factores Ambientales Bióticos

Flora Silvestre

Con objetivo de prevenir impactos negativos hacia la flora silvestre, se implementarán las siguientes medidas:

- El derribo de la vegetación se ejecutará de manera direccional hacia el interior del área del proyecto, evitando así dañar a la vegetación fuera del área a intervenir.
- Previo a las actividades de CUSTF, se llevará a cabo el rescate y reubicación de individuos de Flora, enfocado a especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- No se deberá cortar ningún árbol o arbusto que se encuentre fuera del área propuesta para CUSTF.
- Las ramas y hojas sobrantes del desmonte se deberán triturar e incorporar al material de despalme de tal manera que se evite la acumulación de material

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

inflamable y a su vez se promueva la formación de un sustrato apropiado para el establecimiento de nueva vegetación para las áreas que así lo requieran.

- Se prohíbe recolectar y/o capturar individuos de Flora silvestre del área del proyecto, así como en sus inmediaciones.
- 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.
- El material vegetal resultante de las labores de CUSTF, será utilizado para la implementación de las obras de conservación de suelo y agua.

Fauna Silvestre

Con objetivo de prevenir impactos negativos hacia la fauna silvestre, se implementarán las siguientes medidas:

- Previo al inicio de actividades diarias, se llevará a cabo el ahuyentamiento de fauna, con la finalidad de desplazar a los individuos que pudieran encontrarse dentro del área del Proyecto, así como cercanos a sus inmediaciones.
- En caso de ser necesario, se llevará a cabo el rescate y reubicación de individuos en hábitats con condiciones similares a donde fueron extraídos.
- Se prohíbe la cacería, captura y/ comercialización de fauna silvestre que pudiera encontrarse en el área del Proyecto o en sus zonas adyacentes.
- En caso de encontrarse algún nido de aves, estos serán reubicados por personal capacitado, con ramas cortadas y amarradas a una distancia considerable, en un árbol con la cobertura del hospedero y a la misma altura.
- Las actividades de desmonte y derribo de arbolado se realizarán de manera paulatina, permitiendo así, el desplazamiento de fauna hacia zonas fuera de peligro, sin embargo, en caso de ser necesario, se realizarán labores de rescate y reubicación de especies.

10.2.3. Medidas de compensación

Estas medidas, tienen por objetivo dar cumplimiento con lo establecido en el Primer Párrafo del Artículo 93 de la LGDFS, la cual establece 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.

Por lo tanto, será necesaria la implementación de un programa de conservación de suelo y agua, a través de la reforestación en una superficie de 3 Ha, con la finalidad de compensar los impactos negativos ocasionados por el CUSTF.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Los detalles de la implementación de las obras, así como el análisis de las tasas de erosión e infiltración, son presentados en el Capítulo 8 de este DTU-B.

10.2.4. Seguimiento y vigilancia

Para contar con un control sobre el cumplimiento, avance y afectividad de las medidas establecidas en el presente estudio, se proponen las siguientes medidas:

- Aplicación de un Programa de Vigilancia Ambiental, indicando la programación de las medidas y lineamientos.
- Seguimiento de bitácoras de trabajo dentro del área del proyecto.
- Visitas programadas al área del proyecto para el monitoreo de las actividades y recopilación de información.
- Expedición de reportes por el personal y el consultor ambiental encargado de la supervisión en donde se registrarán los avances en las medidas, incidencias o accidentes, así como las acciones de respuesta a estos.
- Entrega de reportes de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación 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 MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR 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**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

ÍNDICE

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	1
11.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre	1
11.1.1. Objetivos del Programa.....	1
11.1.2. Meta.....	2
11.1.3. Metodología.....	2
11.1.3.1. Actividades Previas	2
11.1.3.2. Actividades de Rescate.....	3
11.1.3.2.1. Especies arbóreas.....	3
11.1.3.2.3. Epífitas	4
11.1.4. Lugar de acopio y reproducción de especies.....	5
11.1.5. Selección y cantidad de especies por rescatar y reubicar	5
11.1.6. Ubicación del área de reubicación	6
11.1.7. Actividades de mantenimiento por realizar para garantizar un mínimo de 85% de supervivencia	7
11.1.8. Programa de actividades.....	7
11.1.9. Evaluación de indicadores de rescate y reubicación	8
11.1.10. Informes de avances y resultados	9
11.1.11. Datos del responsable de la relaboración del programa	9
11.2. Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	9
11.2.2. Objetivo general	9
11.2.3. Alcances.....	9
11.2.4. Identificación y ubicación actual de las especies	10
11.2.5. Programa de rescate y Reubicación.....	10
11.2.6. Técnica propuesta para rescate	12
11.2.6.1. Captura	12
11.2.6.1.1. Captura directa	13
11.2.7. Área de reubicación de fauna	16
11.2.8. Programa general de evaluación.....	17
11.2.9. Datos del responsable de la relaboración del programa	17

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Coordenadas UTM del vivero rústico.</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 2. Individuos propensos a ser Rescatados y Reubicados en el área de CUSTF.</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Coordenadas UTM del área de Reubicación de Flora.</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 4. Cronograma de actividades para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 5. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 6. Especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 7. Identificación de Riesgos a la Fauna.</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 8. Individuos de fauna propensos a ser Rescatados y Reubicados en el área de CUSTF.</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 9. Ejemplo de formato de registro de fauna.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 10. Medidas Morfométricas de cada individuo de Roedores y Murciélagos a registrar.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 11. Medidas Morfométricas de cada individuo de Anfibios a registrar.</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 12. Coordenadas UTM del área de Reubicación de Fauna.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 13. Cronograma de actividades para protección de fauna.</i>	<i>17</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ejemplo de vivero rústico.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Localización del área de reubicación de flora y fauna.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Localización del área de reubicación de flora y fauna.</i>	<i>17</i>

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

Los programas de rescate de flora y fauna, tienen como objetivo, prevenir, mitigar o compensar los impactos negativos que cualquier obra o actividad pudieran generar sobre las especies de flora y fauna existentes en el área del Proyecto. Por lo tanto, con la implementación de estos programas, se busca garantizar la conservación de las especies de flora y fauna de importancia ecológica, en riesgo, endémicas, o en su caso, de difícil regeneración.

El desarrollo de estos Programas implica el rescate y reubicación de los ejemplares, 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 desarrollar, se llevarán a cabo 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 y la fauna, 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.

El programa que se presenta en este capítulo, funge 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 "Complejo Industrial Berriozábal" ubicado en el Municipio de Berriozábal, Chiapas; por lo tanto, se dará cumpliendo con el precepto de excepción del artículo 93 de la LGDFS, no se comprometerá la flora nativa dentro de la región.

11.1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre

11.1.1. Objetivos del Programa

General

Ejecutar actividades de rescate y reubicación de Flora silvestre. Se rescatarán especies con forma de vida arbórea, arbustivas, epífitas y herbáceas. Para todos los casos se dará especial atención a las incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Específicos

- ♦ Desarrollar actividades de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ♦ Hacer uso de 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 que correspondan.
- ♦ Registrar con coordenadas los sitios de reubicación de especies, a fin de implementar el monitoreo

11.1.2. Meta

La meta principal del programa es garantizar una tasa mínima de supervivencia del 85% de los ejemplares reubicados.

11.1.3. Metodología

Las actividades de rescate y reubicación de flora, como se citó en la parte introductoria de este programa, se ejecutarán en aquellas especies consideradas de alto valor ecológico (Índice de Valor de Importancia) para el área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), así como las que puedan encontrarse que cuenten con estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con base a los trabajos realizados para identificar la flora presente en el Área del Proyecto, solo una especie se encuentra incluida en a NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es *Cedrela odorata* (Cedro), con categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

Asimismo, se considerarán 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. El número de individuos detectados en ambas zonas presenten una relación 1:1.

11.1.3.1. Actividades Previas

Como una primera fase del programa de rescate y monitoreo 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.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Se determinará la cantidad de individuos a reubicar, así como los 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.

Considerando la naturaleza del proyecto, las actividades de rescate de flora son inminentes, por lo tanto, a continuación, se presenta el procedimiento que se llevará a cabo:

11.1.3.2. Actividades de Rescate

11.1.3.2.1. 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, excavadoras, poleas de acero. 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 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. Se recomienda, por su facilidad y efectividad, el método de inmersión, el cual consiste en colocar las semillas en un recipiente con agua. La viabilidad estará determinada por la cantidad de semillas que se sumerjan, aquellas que floten serán descartadas. El germoplasma viable se colocará 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 vigilancia constante. La germinación de las plántulas se hará en un vivero rustico, el cual consistirá en realizarlo en piso firme, con techo malla sombra.

Rescate de plántulas

Otra actividad considerada en las especies de forma biológica arbórea es el rescate de renuevos o especies en etapa latizal. La actividad 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 con anterioridad, donde se les dará seguimiento hasta lograr que las mismas estén en condiciones de ser reubicadas a su medio natural.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Además, las plántulas obtenidas se mantendrán en monitoreo hasta determinar que cuentan con la capacidad de introducirlas a su medio natural, para ello, como se citó en la fase previa al rescate, se consideraran bioindicadores a fin de garantizar el éxito de la reubicación. Tanto para las plántulas obtenidas del germoplasma colectado, como de los individuos rescatados, la reubicación podrá efectuarse en los espacios destinados para tal fin.

11.1.3.2.3. Epífitas

Las actividades 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.

Bromelias

Para asegurar su sobrevivencia se debe tener cuidado de no dañar las raíces, porque presentan estructuras vegetativas carnosas y coriáceas que les permiten sobrevivir ante un proceso de extracción. Por 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 apilarse para facilitar su transporte, cuidando únicamente que las estructuras reproductivas, si las tiene, no sean maltratadas.

Es importante que en el momento de la extracción se anoten datos como la especie del árbol huésped, altura aproximada a la cual se encontraba y fecha de colecta. 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, usando de preferencia cordones de tela o rafia para sujetarlas.

Orquídeas

Las orquídeas son plantas más exigentes en cuanto a los requerimientos para su propagación, crecimiento y sobrevivencia, y menos exitosas en cuanto a número de individuos. Sin embargo, se puede seguir el mismo método para su extracción y reubicación de las bromelias, únicamente debe tenerse 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.

- ◆ Huésped en pie, haciendo uso de garrochas o bien, trepando los árboles con apoyo de arneses, y efectuando la extracción de los organismos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- ♦ 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.

11.1.4. Lugar de acopio y reproducción de especies

Para el caso en específico de recolección de semilla como germoplasma, se tendrá que construir un vivero rústico (Figura 1).



Figura 1. Ejemplo de vivero rústico.

Este vive rústico, se ubicará a un costado del área de reubicación de flora, y se encontrará localizado en las siguientes coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 15 N:

Coordenada	X	Y
Centroide	474470	1853923

Tabla 1. Coordenadas 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 **219 individuos**, distribuidos en **12 especies** propensas a ser rescatadas en el área de CUSTF, las cuales se presentan a continuación:

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Individuos
Arbóreo	<i>Acacia collinsii</i>	Ixcanal	3
	<i>Acacia farnesiana</i>	Espina blanca	6
	<i>Acacia pennatula</i>	Quebracho	83

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Individuos
	<i>Albizia tomentosa</i>	Guanacastle Blanco	4
	<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	17
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	10
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2
	<i>Trichilia hirta</i>	Napaguito	1
	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucito	13
	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Camarón	55
Subtotal			194
No Maderables	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	2
	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea Monja Africana	23
Subtotal			25
Total			219

Tabla 2. Individuos propensos a ser Rescatados y Reubicados en el área de CUSTF.

11.1.6. Ubicación del área de reubicación

El área de reubicación, se establecerá dentro de una superficie propuesta de **2.00 Ha**, la cual se encuentra delimita por las coordenadas UTM WGS84 Zona 15 N que se presentan a continuación:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	474484.281	1853903.067
2	474583.841	1853929.052
3	474538.603	1854119.688
4	474439.775	1854089.000

Tabla 3. Coordenadas UTM del área de Reubicación de Flora.

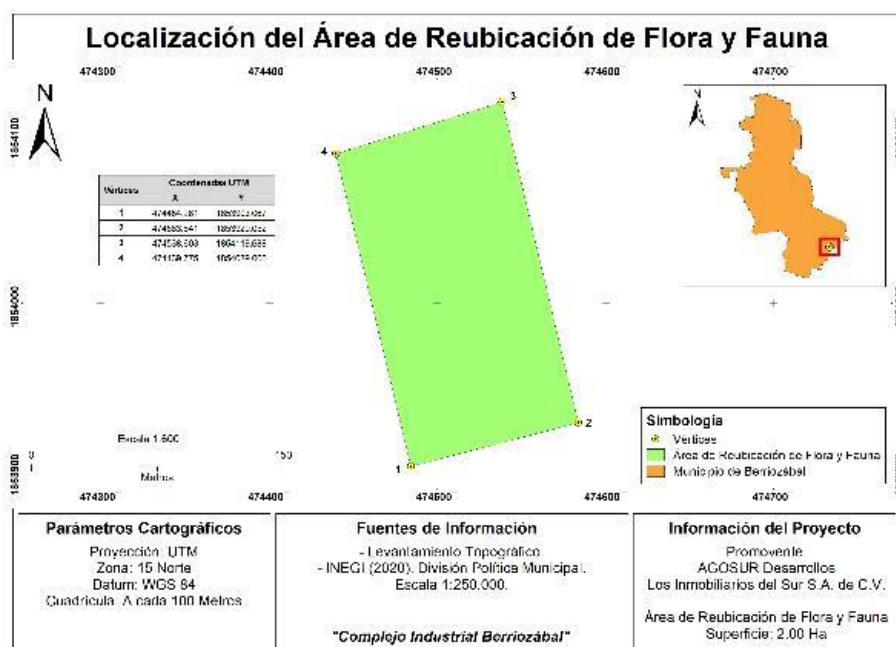


Figura 2. Localización del área de reubicación de flora y fauna.

11.1.7. Actividades de mantenimiento por realizar para garantizar un mínimo de 85% de supervivencia

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo en el presente programa:

- 1. 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.
- 2. Adaptación del Trasplante:** Observar las condiciones de los individuos, sanidad, turgencia, coloración, etc., para detectar posibles necesidades hídricas con el fin de aplicarles riego.
- 3. Detección de Plagas y su Control:** Al ser detectados posibles patógenos (hongos, insectos), se usarán plaguicidas o fungicidas convenientes para evitar daños a los individuos.
- 4. Aplicación de Riegos:** De ser necesario, a través de pipas de 3000 o 5000 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.

11.1.8. Programa de actividades

El programa se realizará de forma gradual, planteando la ejecución del programa en los meses de lluvia, llevado a cabo acciones enfocadas al rescate, reubicación, mantenimiento, monitoreo y seguimiento.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades a realizar para el rescate de Flora dentro de las áreas sujetas a CUSTF:

Actividad	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Ubicación y selección de las Plantas susceptibles a rescate	♦					
Rescate de los Organismos (Plántulas)	♦	♦				
Vivero Rústico		♦				
Rescate de los Organismos (Germoplasma)		♦	♦			
Riego				♦	♦	♦
Fertilización					♦	
Control Fitosanitario				♦		♦
Seguimiento y Evaluación del Trasplante (Plántulas)						♦
Seguimiento y Evaluación del Trasplante (Germoplasma)						♦
Seguimiento y Mantenimiento de las Especies Rescatadas*		♦		♦		♦

Tabla 4. Cronograma de actividades para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

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, 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:

- ♦ **Buena:** 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.

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 5. Indicadores de Éxito para el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.

El procedimiento de evaluación consistirá en la cuantificación del porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares reubicados, en este sentido dicha procedimiento se

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

realizará a los 30 días de haber efectuado la reubicación, donde se espera una tasa de sobrevivencia mínima del 80%.

11.1.10. Informes de avances y resultados

A partir de la información obtenida en las diferentes etapas del **Programa de Rescate y Reubicación** de las especies de la vegetación forestal, se llevará a cabo la elaboración de los informes de cumplimiento correspondientes, de acuerdo con los términos que establezcan la Secretaría en el oficio resolutivo.

11.1.11. Datos del responsable de la relaboración del programa

Persona Física: Florentino Rosales Arroyo

Cédula Profesional: 2508882

RFC: ROAF580305GH2

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro CHIS, Tipo UA, Volumen 1, Número 5, Año 14.

Domicilio Fiscal: Boulevard Fidel Velázquez, esquina con Águila Blanca #339, Colonia Las Águilas, C.P. 29049, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Celular: (961) 245 9937

Correo electrónico: forestalro@hotmail.com

Elaboró:

Ing. Florentino Rosales Arroyo

11.2. Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre

11.2.2. Objetivo general

Implementar medidas efectivas para proteger, capturar, reubicar y resguardar la Fauna silvestre para su conservación.

11.2.3. Alcances

- ◆ Identificar las especies de Fauna silvestre susceptible de protegerse y conservarse, 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 actividades de esta obra que así lo requieran.
- ◆ Indicar las acciones realizadas para la protección de la Fauna del sitio.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

11.2.4. Identificación y ubicación actual de las especies

De acuerdo con el Estudio de Fauna, se encontraron especies en algún estatus de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o en su Anexo Normativo III dentro de la SA y el Área del Proyecto, las cuales se enlistan a continuación:

Área	Nombre Científico	Nombre Común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Sistema Ambiental	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	Amenazada (A)
	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Sujeta a Protección Especial (Pr)
	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	Sujeta a Protección Especial (Pr)
Área del Proyecto	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	Sujeta a Protección Especial (Pr)

Tabla 6. Especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por lo anterior, es importante implementar el presente Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

11.2.5. Programa de rescate y Reubicación

11.2.5.1. Identificación de Fauna vulnerable e identificación de riesgos de las especies identificadas

Una vez identificadas las especies localizadas en el sitio, se especifican algunas acciones también las cuales estarán encaminadas a la prevención de posibles afectaciones a la fauna por la acción humana.

11.2.5.1.1. Determinación de Riesgos

Una vez identificada las especies de fauna que se pueden localizar en el área de obra, es necesario determinar el riesgo que puedan sufrir. Para ello se clasifican las etapas del proyecto en Previa, Durante, Posterior.

A continuación, se describen las especies susceptibles a algún daño de acuerdo con la actividad a realizar, el posible riesgo y tipo de riesgo en que se clasifica, y a como se identifica posteriormente en el Diagrama del Proceso de atención al rescate:

Etapas	Actividad	Fauna Susceptible	Posible Riesgo	Tipo de Riesgo
Previa	Desmante y chapeo	Reptiles Anfibios Aves	Se pueden encontrar al momento de realizar el desmante.	Indirecto
			Afectación a individuos que no se hayan desplazado fuera del área de trabajo.	Directo
Durante	Inicio de labores diarias con maquinaria y sin maquinaria	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	Se pueden encontrar fauna dentro del sitio de trabajo o en la maquinaria que utilizan como refugio.	Directo
			Pueden quedar atrapados individuos durante las horas de trabajo.	Directo

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Etapas	Actividad	Fauna Susceptible	Posible Riesgo	Tipo de Riesgo
Posterior	Actividades de compensación, mantenimiento o supervisión	Reptiles Anfibios Aves	Afectación a individuos que no se hayan desplazado fuera del área de trabajo.	Directo

Tabla 7. Identificación de Riesgos a la Fauna.

Estos riesgos son los probables a encontrar durante las diferentes etapas del proyecto, pero es necesario que durante todo el proceso constructivo se siga realizando este análisis con el fin de identificar nuevos riesgos de acuerdo con las técnicas y herramientas que sean usadas durante el desarrollo del proyecto.

11.2.5.1.2. Medidas aplicables en las diferentes etapas del Proyecto

ANTES

Ahuyentamiento: Antes de iniciarse las actividades constructivas y en todo el tiempo que dure la obra, antes de iniciar las actividades, se procederá a realizar la revisión y hacer el máximo posible de ruidos, que permiten espantar a la fauna que se encuentre forrajeando o descansando en el área en donde pasará la maquinaria.

DURANTE

Carteles informativos: Es necesario realizar carteles de difusión sobre la protección de la fauna silvestre. Estos carteles, indicaran que queda prohibida la caza, captura de las especies, para uso de alimentación o mascota.

POSTERIOR

Actividades de vigilancia: Una vez iniciadas las actividades constructivas, continuarán los recorridos y tendrán mayor énfasis en la vigilancia, ya que se considera que la fauna aun es propensa a impactos.

De igual forma se realizarán los recorridos al momento de la reanudación de actividades, después de pasar más de 72 horas 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 áreas ideales para refugiarse, se les encontrara escondidas en esas áreas

Las revisiones serán recorridos rápidos buscando en las cavidades o encharcamientos, en que puedan ocultarse las especies antes mencionadas. En caso de localizar ejemplares, se capturarán y se reubicarán de inmediato en uno de los sitios determinados, estas actividades se deben de realizar con mucho cuidado y con la previa capacitación, ya que algunos animales pueden ser venenosos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Debido que la época de secas y comienzos de las lluvias, son temporadas donde algunas aves se encuentran en proceso de búsqueda de pareja y apareamientos, por lo tanto, pueden comenzar a anidar en algunos de los árboles que se encuentren dentro del área donde se llevará a cabo la obra. Por lo anterior, es importante realizar recorridos en búsqueda de nuevos nidos activos para tratar de proteger al máximo los mismos.

Una medida básica, para evitar el daño a la Fauna, es el trabajo de educación ambiental con los empleados de la empresa (Promovente). 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.

Es por lo que concienciar a los pobladores es 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.

Durante la supervisión ambiental se realizarán pláticas de educación ambiental para concientizar a los trabajadores, y en los cuales se exhortará a que en caso de encontrarse fauna en el sitio de aviso al encargado ambiental para que se realice lo conducente.

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 así sea requerido se aplicarán las técnicas de captura y reubicación en sitios aledaños.

11.2.6. Técnica propuesta para rescate

De acuerdo con el estudio de fauna que se llevó a cabo, en el área de CUSTF, la siguiente especie es susceptible a ser rescatada:

Clase	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos
Reptiles	<i>Ctenosaura acanthura</i>	Iguana cola espinosa del golfo	2
Total			2

Tabla 8. Individuos de fauna propensos a ser Rescatados y Reubicados en el área de CUSTF.

Cabe mencionar que, durante el desarrollo de las actividades del proyecto, se llevarán a cabo recorridos diarios, previo al inicio de labores, y en caso de identificarse alguna otra especie que requiera ser reubicados al sitio y sus alrededores, se emplearán las siguientes técnicas:

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 a la situación bajo la cual se registró el individuo. Al efectuar un rescate se tomarán los datos del sitio donde se localiza a la especie,

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

así como los datos del sitio donde se efectúe la reubicación de este. A continuación, se describen las técnicas de captura para cada especie:

11.2.6.1.1. Captura directa

Este método se da con la búsqueda intensiva de los ejemplares, y posteriormente ser capturados con la técnica adecuada a las características de la especie:

Anfibios

En general todos los anfibios siempre se encuentran muy cerca o dentro de los cuerpos de agua o corrientes superficiales; se les pueden localizar bajo la hojarasca, huecos, o debajo de las piedras, ya que son sitios que permanecen húmedos y con una temperatura más baja. 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 causales 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 depositaran en los costales de manta húmedos.

En caso de que los individuos permanezcan en resguardo más de 2 horas 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), además de que serán colocados a la sombra.

Iguánidos

En el caso 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. Se debe tener cuidado con la cabeza por las mordidas que puede 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 jalarla 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 de iguanas, 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 humedecerlos constantemente.

Culébridos

Documento Técnico Unificado Modalidad B

“Complejo Industrial Berriozábal”

Para este grupo deben ser capturados de acuerdo con su tamaño, por distintos métodos. En el caso de los pequeños generalmente es posible capturarlos 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.

El proceso de captura será sujetando primeramente la cabeza y posteriormente inmovilizando la cola. Una vez capturado, el individuo debe ser colocado en un contenedor ideal para su comportamiento. Especies agresivas, se recomienda los contenedores 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 humedecidos continuamente, para evitar una deshidratación. No dejarlos en dentro de agua, para evitar una disminución excesiva de la 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 de manta para ser transportadas o en cajas transportadoras de acrílico.

Las lagartijas que sean rescatadas deben de ser colocadas en costales pequeños de manta o en contenedores especiales (jaulas transportadoras de acrílico). Deben ser dejados 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 ámbito 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 contener al animal utilizando guantes. En cualquier caso, es importante controlar la cabeza

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

del ave sosteniéndola desde atrás, a nivel de la base del cuello. Es recomendable contener 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 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 deben colocarse en un área con sombra, para evitar las altas temperaturas. Proporcionar agua fresca, y fruta de la temporada. Una vez capturado al individuo será llevado al área determinada para su reubicación con la finalidad de evitar daños al organismo.

11.2.6.1.1.1. Medidas morfométricas de individuos rescatados

Para el caso de Anfibios, Aves, Mamíferos y Reptiles se realizará el registro, a través de una tabla que contenga datos como: El Número de Registro, Fecha de captura, Clase, Orden, Suborden, Familia, Especie y el Estatus de esta en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y/o IUCN.

No. de Reg.	Fecha	Clase	Orden	Suborden	Familia	Especie	NOM-059— SEMARNAT-2010

Tabla 9. Ejemplo de formato de registro de fauna.

Para el caso de mamíferos de pequeña talla (Roedores y murciélagos, Tabla 10), así como de anfibios (Tabla 11). Se les tomaran algunas medidas morfométricas adicionales, para ayudar en su identificación. Los datos por considerar se muestran en las siguientes tablas:

Fecha	Especie	Sexo	Lt	CV	Pt	O	Wt	Lc

Tabla 10. Medidas Morfométricas de cada individuo de Roedores y Murciélagos a registrar.

Lt) Longitud total; CV) Columna vertebral; Pt) Pata trasera; O) Oreja; Wt) Peso; Lc) Longitud de cola.

Fecha	Especie	Ancho de Cabeza	Longitud de Cabeza	Long. Ho-Cl	Ancho Cuerpo	Ancho de Cabeza

Tabla 11. Medidas Morfométricas de cada individuo de Anfibios a registrar.

11.2.7. Área de reubicación de fauna

Posterior al recate de organismos, se procederá a llevar a los ejemplares al área de reubicación previamente seleccionada. Ningún animal podrá estar en cautiverio por más de 24 horas.

La selección del área de liberación se basó en:

- ◆ Su grado de aislamiento respecto de las actividades que se desarrollarán durante el proyecto, pero a la vez presenta condiciones adecuadas para un control por parte de la empresa que permita un adecuado éxito en la relocalización.
- ◆ Las características del microhábitat en cuanto a cobertura y oferta de recursos.

Es pertinente mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se haga a grandes distancias (obviamente por fuera del área de influencia directa e indirecta del proyecto) se relaciona con los siguientes aspectos:

- ◆ Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.
- ◆ Promover que el nuevo hábitat seleccionado tenga condiciones abióticas similares a las del hábitat original.
- ◆ Evitar que los individuos permanezcan capturados por un tiempo prolongado.

Los animales serán trasladados en cajas acondicionadas a los sitios previamente seleccionados y liberados en puntos separados por a lo menos 20 metros unos de otros, con el fin de evitar la interacción durante el periodo crítico, inmediatamente posterior a la liberación. En caso de rescates y reubicación de fauna en el sitio, se tomarán los datos del sitio, del área de captura y de reubicación, se realizará un anexo fotográfico de las acciones de seguimiento del programa.

El área de reubicación, se establecerá dentro de una superficie propuesta de **2.00 Ha**, la cual se encuentra delimita por las coordenadas UTM WGS84 Zona 15 N que se presentan a continuación:

Vértices	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	474484.281	1853903.067
2	474583.841	1853929.052
3	474538.603	1854119.688
4	474439.775	1854089.000

Tabla 12. Coordenadas UTM del área de Reubicación de Fauna.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
"Complejo Industrial Berriozábal"

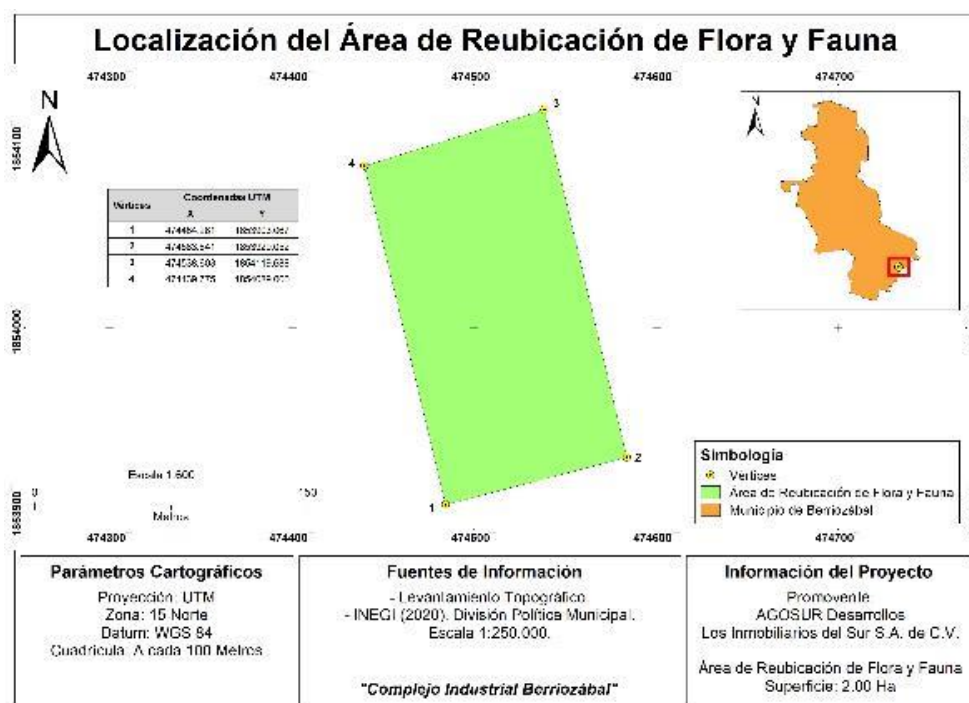


Figura 3. Localización del área de reubicación de flora y fauna.

11.2.8. Programa general de evaluación

Las actividades de rescate de especies iniciaron 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.

Actividad	A diario previo al inicio de actividades	Primer Semana	Mensuales
Recorrido previo para identificación de Fauna		♦	
Recorrido para ubicar Fauna	♦		
Acciones de protección de Fauna			♦
Seguimiento			♦

Tabla 13. Cronograma de actividades para protección de fauna.

11.2.9. Datos del responsable de la relaboración del programa

Persona Física: Florentino Rosales Arroyo

Cédula Profesional: 2508882

RFC: ROAF580305GH2

Registro Forestal Nacional (RFN): Libro CHIS, Tipo UA, Volumen 1, Número 5, Año 14.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

Domicilio Fiscal: Boulevard Fidel Velázquez, esquina con Águila Blanca #339, Colonia Las Águilas, C.P. 29049, Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Celular: (961) 245 9937

Correo electrónico: forestalro@hotmail.com

Elaboró:

Ing. Florentino Rosales Arroyo

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B

“COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

**CAPÍTULO 12. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU
CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

DICIEMBRE 2022

ÍNDICE

CAPÍTULO 12. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	1
12.1. Descripción y análisis del escenario	1
12.1.1. Escenario sin proyecto	1
12.1.2. Escenario con proyecto.....	2
12.1.3. Escenario con la implementación de medidas de prevención y mitigación.....	3

CAPÍTULO 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

En la actualidad, el área del Proyecto se encuentra en un estado semirústico; ya que existen afectaciones menores dentro del predio, tales como el establecimiento de oficinas y un silo. Asimismo, es importante mencionar que en sus colindancias existen gran presencia antropogénica debido a la ejecución de actividades extractivas y de trituración de materiales pétreos.

De igual manera, existe una corriente de agua superficial de tipo intermitente que atraviesa la zona Norte del predio; sin embargo, dicho cuerpo de agua no ha sido afectado de ninguna manera por parte del Promovente y/o terceras personas.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

La Flora del sitio corresponde a **Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia**, tal y como se pudo constatar durante los recorridos de campo. En cuanto a la Fauna, se encontraron individuos de diversas especies dentro de los diferentes grupos faunísticos. 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 mencionan en seguida:

Flora Silvestre

- *Cedrela odorata* (Cedro) en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

Fauna Silvestre

- Reptiles: *Ctenosaura acanthura* (Iguana Cola Espinosa del Golfo) en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr).

El paisaje se encuentra altamente definido por la presencia de las actividades industriales aledañas al sitio del Proyecto. El principal atractivo visual del área es la corriente de agua superficial de tipo intermitente; pero únicamente durante la temporada de lluvias. Cabe aclarar que dentro del área del Proyecto no se realizan actividades productivas de ningún tipo, toda vez que se trata de un predio rústico.

12.1.2. Escenario con proyecto

El Proyecto comprende la ejecución de un cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) para la construcción de un puente vehicular y un complejo industrial, ubicado en el Municipio de Berriozábal, Chiapas. Se cuenta con un área total para el Proyecto de **2.9439 Ha** y una superficie de **1.2692 Ha** para las actividades del CUSTF.

La implementación del Proyecto causará impactos ambientales sobre el suelo por el cual la maquinaria realizará los movimientos necesarios para el derribo y despalde 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. Por otro lado, el principal impacto será sobre la vegetación nativa que deberá removerse para la implementación del Proyecto y, por lo tanto, sobre aquellas especies de Fauna que habiten en zonas aledañas al sitio; sobre todo por la presencia antropogénica y el aumento en el nivel del ruido.

Además, el ruido causado por las actividades de construcción del puente y la ejecución del CUSTF 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; sin embargo, se consideran de bajo impacto ya que el entorno del Proyecto cuenta con actividades extractivas constantes desde hace varios años.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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 complejo industrial servirá para satisfacer la demanda de espacios que funcionen para el resguardo de bienes y servicios. 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 del desarrollo económico y social que conlleva la implementación de un complejo dedicado a la industria.

12.1.3. Escenario con la implementación de medidas de prevención y mitigación

Considerando 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 no dañen de manera permanente e irreparable al medio ambiente, promoviendo un aprovechamiento sustentable y una regeneración constante a mediano plazo. Dichas medidas se encuentran detalladas en el **Capítulo 10** del presente documento.

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 por medio del **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**. 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 el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**.

Se evitará que el entorno visual se vea afectado de manera negativa, con la instalación de recipientes 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 lo tanto, con las medidas de prevención, mitigación y compensación, se alcanzará un equilibrio entre las actividades del Proyecto y el medio en el que se encuentra inmerso.

Aunado a lo anterior, por medio de la implementación de un **Programa de Reforestación**, 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 este Programa servirá contra la disminución en la captura de carbono.

12.2. 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

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

incompatibles o moderados y mitigables. Los elementos que se ven más afectados, como se ha mencionado anteriormente, son la vegetación (motivo del CUSTF), el aire (por el aumento de ruido), la Fauna Silvestre (por la constante presencia antropogénica), 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 se encontró a la especie *Cedrela odorata* en la categoría de Protección Especial (Pr) de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III; sin embargo, se contempla la implementación de un **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, 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.

Asimismo, para el caso de Fauna se identificó a la especie *Ctenosaura acanthura* (Iguana Cola Espinosa del Golfo) en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en su Anexo Normativo III. Por lo que se tendrá especial interés en la integridad y seguridad de cualquier individuo cercano al área del Proyecto. Lo anterior, será implementado a través del **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**.

En cuanto a los beneficios del Proyecto, se garantiza la satisfacción de una demanda de espacios orientados a la logístico y resguardo de bienes y servicios; así como a la importancia económica y social del establecimiento de un complejo industrial para el desarrollo de las comunidades cercanas. A su vez, se garantiza el impulso en la economía local con la generación de empleos a lo largo de la duración del Proyecto.

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.

12.3. 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.

Por lo tanto, con la aplicación de dichos programas, se asegura una constante vigilancia en el área durante el desarrollo de las actividades que forman parte del CUSTF, con el propósito de evitar la cacería o captura de las especies de fauna silvestre, extracción indebida de la

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

flora, el mal manejo de equipos y maquinaria, así como el de salvaguardar la integridad de los trabajadores, etc.

Dicho programa considerará el seguimiento de las siguientes actividades:

- **Reubicación de Flora y Fauna**

Para este rubro, se elaborarán y ejecutarán *los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre* que se establezcan. En ellos, debe describirse a detalle las acciones y metodologías que se emplearán para asegurar el bienestar de las especies que se encuentren. Se presentan los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre en el Capítulo 11 del DTU-B.

- **Conservación de suelo y agua**

Como se ha mencionado en apartados anteriores, un requisito de vital importancia al momento de elaborar este documento es señalar el tipo de acciones de conservación que se implementarán como medida de mitigación y/o compensación para los impactos generados hacia el suelo y el agua, siendo estos la erosión y el déficit en la infiltración.

Para ello, se han elegido la *Reforestación* para garantizar la protección y preservación del medio natural que se verá afectado por las actividades y obras derivadas del Proyecto. Además, se establece el *Programa de Conservación de Suelo y Agua* a través de un *Programa de Reforestación* en el presente estudio.

- **Captación de carbono**

Con la implementación de la reforestación, se busca promover la captura y recuperación del carbono almacenado que sería afectado por la remoción de la vegetación forestal en el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El éxito de las actividades de reforestación y el monitoreo de su desarrollo aportará a la conservación de dicho servicio ambiental.

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.

12.4. Seguimiento y control

Para hacer de conocimiento a la dependencia Federal acerca del cumplimiento de las actividades que se establecen en las condicionantes del Proyecto, se elaborarán reportes o informes de cumplimiento, que deben presentarse en el tiempo y forma establecidos.

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

Como parte de las actividades para la vigilancia y monitoreo se enlistan las siguientes:

- Capacitaci3n y concientizaci3n ambiental.
- Manejo integral de residuos.
- Mantenimiento de maquinaria y equipos.
- Seguridad e Higiene.
- Aplicaci3n de las Normas Oficiales Mexicanas.
- Programa de Rescate y Reubicaci3n de Flora.
- Programa de Rescate y Reubicaci3n de Fauna.
- Programa de Reforestaci3n.

Cabe mencionar que se ha establecido un periodo de **5 a1os** para las actividades de supervisi3n ambiental, derivado de lo reglamentado para los trabajos correspondientes a los Programas de Rescate y Reubicaci3n de Flora y Reforestaci3n; ya que se verificarà que se haya alcanzado el porcentaje de sobrevivencia de las especies trasplantadas.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B “COMPLEJO INDUSTRIAL BERRIOZÁBAL”

**PROMOVENTE:
AGOSUR DESARROLLOS LOS
INMOBILIARIOS DEL SUR S.A. DE
C.V.**

**CAPÍTULO 13. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS
FRACCIONES ANTERIORES**



Ing. Florentino Rosales Arroyo
Prestador de Servicios Técnicos Forestales y Ambientales

ÍNDICE

CAPÍTULO 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. Referencias Bibliográficas	2

CAPÍTULO 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 "*Complejo Industrial Berriozábal*", 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-B para su evaluación. Asimismo, todo el estudio está grabado en dos unidades extraíbles (USB), incluyendo los Anexos, bases de datos y archivos de georreferenciación.

13.1.1. Cartografía

En los *Anexos* 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).*

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

- *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 de la Cuenca del Río Sabinal (2021).*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (2012).*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012).*

13.1.2. 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.

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.

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.*

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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. Consultado en: <http://www.fao.org/3/w6251s/w6251s06.htm>

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.

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>

Documento Técnico Unificado Modalidad B
“Complejo Industrial Berriozábal”

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.

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.

Zambrano M. y González V. (2002). *La Valoración en el Ordenamiento Territorial*. Cuenca, Ecuador.