



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

# Capítulo I

## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	1
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	1
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO .....	1
I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO .....	4
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	6
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	6
I.2.2. RFC.....	6
I.2.3. DIRECCIÓN PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES .....	6
I.2.4. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL .....	6
I.2.5. CORREO ELECTRONICO.....	6
I.2.6. TELEFONO.....	6
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	7
I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	7
I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....	7
I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....	7
I.3.3.1. RFC.....	7
I.3.3.2. CURP .....	7
I.3.3.3. NÚMERO DE CEDULA PROFESIONAL .....	7
I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES .....	7

---

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.....	5
---	---

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	2
FIGURA 2. LOCALIDADES CERCANAS AL PROYECTO.....	3

CONSULTA PÚBLICA

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

## I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

El presente proyecto se denomina “*Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado*” a ubicarse en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima.

### I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área del presente estudio “Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado” correspondiente al estado de Colima, se encuentra en el Municipio de Manzanillo. El municipio de Manzanillo colinda al norte con los municipios de Minatitlán y Cautitlán de García Barragán, al oeste con Cihuatlán, al este con el municipio de Armería; estos municipios pertenecen al Estado de Colima, mientras que al Sur colinda con el Océano Pacífico (figura 1).

El área del proyecto se localiza al sur de la capital del estado de Colima; en terrenos concesionados a **Ferrocarril Mexicano, S. A. de C. V.**, en el municipio de Manzanillo. Por lo que, para llegar al área del proyecto se tiene como vía de acceso principal la carretera Federal No. 200, misma que comunica a la Ciudad de Guadalajara y Manzanillo.

El proyecto de “Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668”, se ubica en específico en la zona conocida como la Barra de la Laguna de Cuyutlán, teniendo al océano pacífico y a la laguna de Cuyutlán como barreras cercanas, con respecto a la cabecera municipal está ubicado a 15 Km. al sureste del centro de Manzanillo.

El acceso terrestre actualmente es por la autopista Guadalajara-Manzanillo (No 200), la vía de comunicación es de 4 carriles desde donde es accesible el sitio del proyecto, siendo colindante esta vía de comunicación con el proyecto.

El proyecto no se ubica colindante a ninguna zona urbana o asentamiento humano, siendo las localidades más importantes y cercanas al proyecto: Manzanillo, El Colomo, Cuyutlán, Venustiano Carranza, Nuevo Cuyutlán y San Buenaventura el centro de población más cercano.



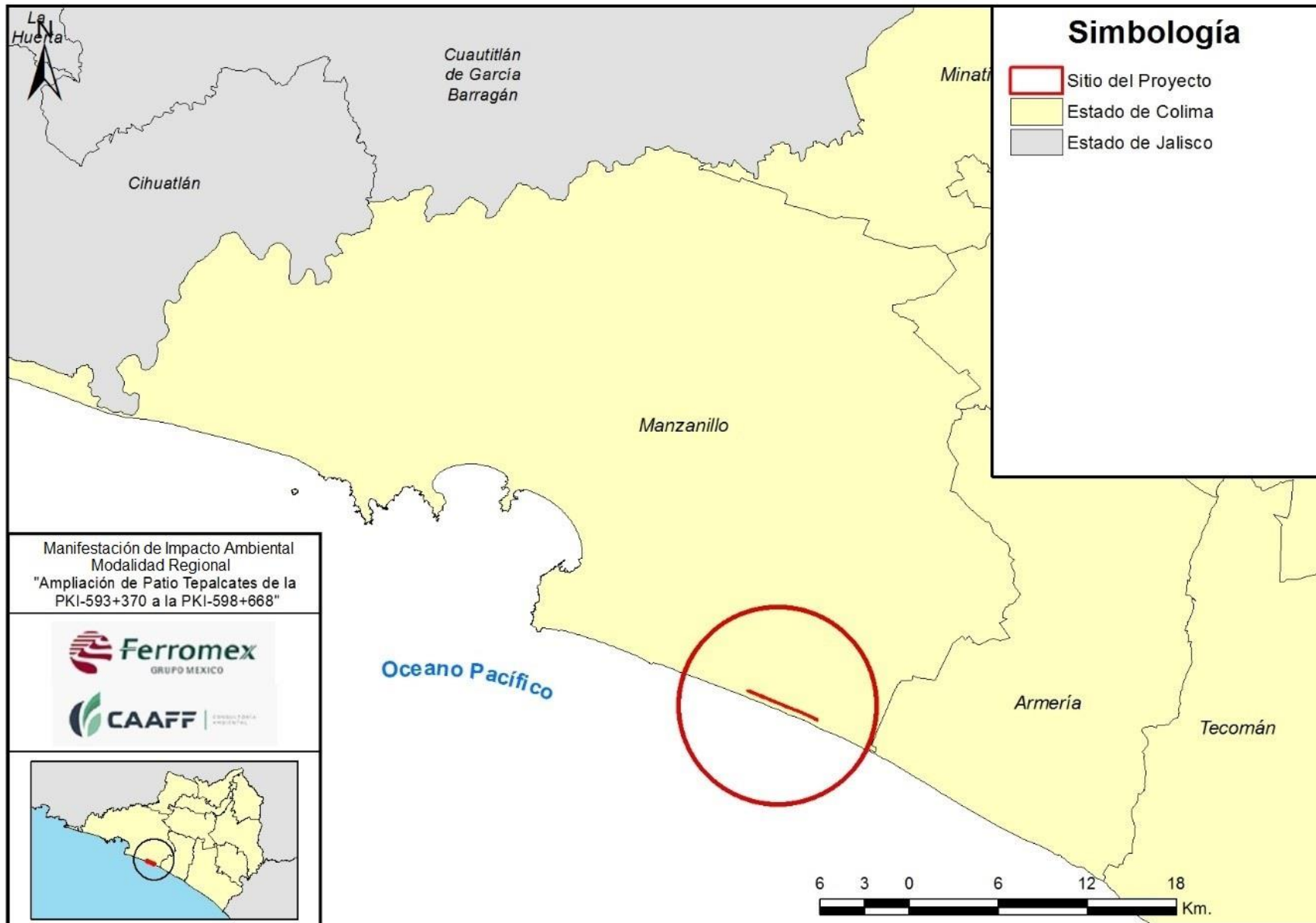


Figura 1. Ubicación geopolítica del área del proyecto.

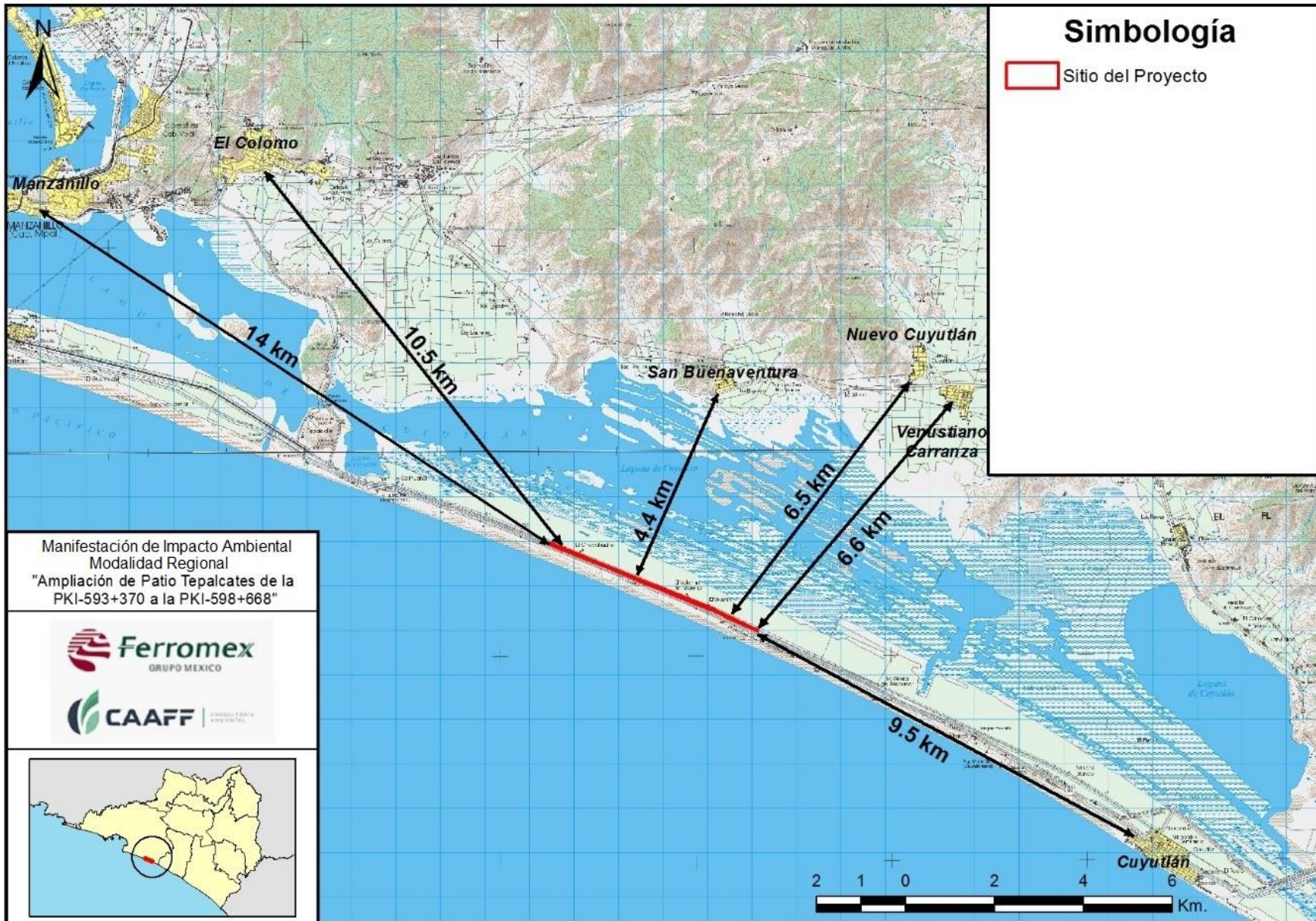


Figura 2. Localidades cercanas al proyecto.

### I.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo de las actividades del proyecto, considerando únicamente las actividades de preparación del sitio y construcción corresponde a un periodo de 24 meses, sin incluir las actividades previas; la etapa de operación y mantenimiento se contempla que tenga una duración mínima de 50 años con la posibilidad de ampliación de este periodo conforme a las necesidades de transporte de carga ferroviaria en el país.

Como parte inicial, se contemplan las actividades previas con una duración de 4 meses, donde se incluye la obtención de las autorizaciones ambientales correspondientes (permisos en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo). Una vez obtenidas estas autorizaciones, se iniciarán las actividades de preparación del sitio (duración de tres meses), seguido de la preparación se dará inicio la etapa de construcción, la cual contempla un tiempo de 24 meses. La etapa de operación y mantenimiento correspondiente al proyecto, que incluye los laderos y su derecho de vía, está concesionada por un plazo de 50 años, prorrogable 50 años adicionales. Sin embargo, aún después de concluida la concesión, la Federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte.

Es importante aclarar que, como parte del proyecto, se consideró que la etapa de preparación del sitio (desmante y despálme) corresponderá a tres meses, sin embargo, por los tiempos entre las autorizaciones, la licitación y la contratación de la ejecución de las obras se considerará la opción de solicitar a la SEMARNAT una ampliación de vigencia de hasta 1 año para la remoción de vegetación (solo si los trámites antes mencionados exceden del tiempo estipulado).



Tabla 1. Programa general de trabajo.

ACTIVIDADES		AÑOS													
		MESES					MESES								3...
GENERALES	PARTICULARES	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8..24	3...
Actividades previas	Diseño e ingeniería del proyecto	■													
	Obtención de autorizaciones ambientales	■	■	■	■										
Preparación del sitio	Delimitación del área de CUSTF						■	■	■						
	Desmante y despalme						■	■	■						
	Cortes y nivelación						■	■	■						
Construcción	Formación de terraplén, formación de sub-base y formación de base						■	■	■	■	■	■	■	■	
	Construcción de las vías						■	■	■	■	■	■	■	■	
	Carpeta asfáltica para la plataforma									■	■	■	■	■	■
	Colector para drenaje pluvial									■	■	■	■	■	■
	Confinamiento									■	■	■	■	■	■
	Acceso carretero a la terminal									■	■	■	■	■	■
	Instalaciones									■	■	■	■	■	■
	Sistema telecomunicaciones									■	■	■	■	■	■
Instalación de señales													■	■	
Operación y mantenimiento															■

CONSULTA PÚBLICA

## I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

FERROCARRIL MEXICANO, S.A. DE C.V.

### I.2.2. RFC

FME971022Q44

### I.2.3. DIRECCIÓN PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Bosque de Ciruelos No.99  
Colonia Bosques de Las Lomas, C.P. 11700  
Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México

### I.2.4. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

HUMBERTO MARTÍNEZ ZAMORANO

### I.2.5. CORREO ELECTRONICO

humberto.martinez@ferromex.mx

### I.2.6. TELEFONO

662 256 7991

CONSULTA PÚBLICA

## I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

CAAFF Consultoría Forestal S. de R.L. de C.V.

### I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

CCF1202073C7

### I.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Ing. Juan Ramón Quintana Luna

#### I.3.3.1. RFC

QULJ810308IP6

#### I.3.3.2. CURP

QULJ810308HCHNNN08

#### I.3.3.3. NÚMERO DE CEDULA PROFESIONAL

6931561

### I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Av. Francisco Villa #4502  
Colonia San Felipe V Etapa  
Chihuahua, Chihuahua  
Celular: (614) 192 5507  
Correo electrónico: jquintana@caaff.com.mx

Los abajo firmantes **BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD**, que para la obtención de la información contenida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto denominado "*Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado*", a ubicarse en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima, se utilizaron las mejores técnicas y metodologías existentes, así como las medidas de prevención y mitigación más efectivas. Lo anterior, como lo establece el art. 35 bis 1 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

DIRECTOR GENERAL Y RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	
	ING. JUAN RAMÓN QUINTANA LUNA
GERENTE OPERATIVO	
	ING. AUGUSTO CERVANTES ILLESCAS
SUBGERENTE DE GESTIÓN AMBIENTAL	
	LIC. VLADIMIR ERIVES BELTRÁN
JEFE DE SIG Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA	
	ING. ULISES ESTEBAN SANTIAGO
JEFE DE INVENTARIOS Y BIODIVERSIDAD	
	ING. JONATHAN RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ
JEFE DE IMPACTO AMBIENTAL Y RESTAURACIÓN	
	ING. NOÉ LÓPEZ VALLINA

AUXILIAR TÉCNICO	
	BIÓL. IVÁN ZURITA SUÁREZ
AUXILIAR TÉCNICO	
	ING. ANA JESSICA MORENO RUPIT
AUXILIAR TÉCNICO	
	ING. NICASIO MEDRANO ENRIQUEZ

CONSULTA PÚBLICA



# Capítulo II

## CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO .....	III
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	1
II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO.....	1
II.1.2. JUSTIFICACIÓN .....	12
II.1.2.1. Criterios ambientales .....	12
II.1.2.2. Criterios técnicos .....	13
II.1.2.3. Criterios socioeconómicos .....	13
II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.....	14
II.1.4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL.....	16
II.1.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL.....	16
II.1.6. DIMENSIONES DEL PROYECTO .....	17
II.1.7. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS .....	18
II.1.7.1. SUPERFICIE FORESTAL POR AFECTAR.....	22
II.1.8. INVERSIÓN REQUERIDA .....	23
II.2. ETAPAS DEL PROYECTO.....	23
II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.....	24
II.2.2. ACTIVIDADES PREVIAS .....	26
II.2.2.1. Diseño e ingeniería del proyecto .....	26
II.2.2.2. Obtención de autorización ambiental.....	26
II.2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO.....	26
II.2.3.1. Delimitación .....	26
II.2.3.2. Desmonte y Despalle .....	26
II.2.3.3. Obras provisionales.....	28
II.2.3.3.1 Oficina de campo .....	28
II.2.3.3.2 Almacén de materiales y herramienta menor .....	28
II.2.3.3.3 Almacén de combustibles y lubricantes.....	28
II.2.3.3.4 Almacén de residuos peligrosos .....	28
II.2.3.3.5 Taller de maquinaria .....	28
II.2.3.3.6 Instalaciones sanitarias .....	29
II.2.3.3. Cortes y nivelación .....	29
II.2.4. Etapa de construcción .....	29
II.2.4.1. Construcción de las vías.....	29
II.2.4.5. Carpeta asfáltica para la plataforma.....	31
II.2.4.6. Colector para drenaje pluvial.....	33

---

II.2.4.7. Confinamiento .....	33
II.2.4.8. Acceso carretero a la terminal .....	33
II.2.4.9. Trabajos complementarios .....	35
II.2.4.10. Instalaciones .....	35
II.2.4.11. Sistema telecomunicaciones.....	36
II.2.4.12. Instalación de señales .....	36
II. 2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	37
I.3.2.4.1 Operación .....	37
I.3.2.4.2 Mantenimiento .....	39
II.2.6. Abandono del sitio .....	40
II.2.8. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.....	40
II.2.8.1. Residuos sólidos.....	40
II.2.8.2. Residuos líquidos .....	40
II.2.9. SUSTANCIAS PELIGROSAS .....	41
II.2.10. EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	41
II.2.10.1. Emisión de gases .....	41
II.2.10.2. Emisión de ruido .....	41

CONSULTA PÚBLICA

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Patio existente y la ampliación del proyecto.....	3
Tabla 2. Empleos generados por etapa del proyecto. ....	13
Tabla 3. Vértices del DDV de la Ampliación del Patio Tepalcates .....	14
Tabla 4. Obras e instalaciones del proyecto .....	17
Tabla 125. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación PI.....	21
Tabla 126. Descripción del habitat de las especies dominantes encontradas en los sitios de muestreo. ....	21
Tabla 5. Superficie forestal por tipo de obra. ....	22
Tabla 6. Polígonos de área del proyecto que tendrán remoción de vegetación.....	22
Tabla 7. Inversión general del proyecto.....	23
Tabla 8. Actividades para la ejecución del proyecto.....	24
Tabla 9. Programa general del trabajo.....	25
Tabla 10. Clasificación de los señalamientos.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen ilustrativa de Terminal Intermodal.....	1
Figura 2. Ubicación del sitio del proyecto.....	2
Figura 3. Ubicación del proyecto con respecto al Patio Tepalcates.....	3
Figura 4. Planta geométrica del proyecto.....	11
Figura 5. Imagen satelital del proyecto.....	15
Figura 6. Ubicación regional del proyecto. ....	16
Figura 7. Obras e instalaciones del Proyecto .....	18
Figura 8. Uso del suelo y vegetación en el área del proyecto.....	19
Figura 9. Diagrama de flujo de arribo de contenedores por ferrocarril.....	38
Figura 10. Diagrama de flujo de arribo de contenedores por tierra (autotransporte) .....	38
Figura 11. Diagrama general del proceso de operación. ....	39

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la ampliación del Patio Tepalcates, que comprende la construcción y operación de una Terminal Intermodal, para prestar el servicio ferroviario de transportación de productos requeridos por las relaciones comerciales de las empresas, en la que confluyen dos o más formas de transportación. Dicha terminal tendrá como funciones principales: la carga-descarga de contenedores y cajas remolque del ferrocarril a una plataforma o estacionamiento con capacidad para 732 contenedores o remolques colocados en máximo tres estibas en donde permanecerán temporalmente hasta que el medio de transporte terrestre (tráiler) los conduzca a su destino, este proceso puede ser inverso, es decir, que también se darán los casos en los que el primer medio de transporte sea el tráiler, que descargará en la Terminal Intermodal para posteriormente trasladar la mercancía por ferrocarril.



Figura 1. Imagen ilustrativa de Terminal Intermodal.

Además la ampliación del patio consta de la reconfiguración y/o modificación de vía principal (calibre 136lbs/yd), la reconfiguración y/o modificación de segunda vía principal (calibre 136lbs/yd), una bodega para resguardo de rollos de acero (de 5,000 m<sup>2</sup>), dos roderas (etapa 1 y 2), una caseta para el acceso y salida del área de rollos, dos cruces de Grúas (a nivel), oficinas, vestidores, comedor, sitio

de almacenamiento de residuos peligrosos, un taller de mantenimiento, un taller de M&R cuyo acceso tendrá una caseta, una salida hacia la autopista, un área de oficinas que además tendrá baños, además se establecerá un acceso con caseta con baño y un carril de espera para transportistas que conectara con la autopista, dicho carril contará con un baño para transportistas.

El proyecto pretende aprovechar el derecho de vía concesionado a Ferrocarril Mexicano S. A. de C. V.; el cual se ubica en los entre los cadenamientos 593+370 al 598+668 del corredor Irapuato-Manzanillo, sobre el lado izquierdo de la vía actual, el sitio presenta bondades logísticas que hacen factible el sitio seleccionado, se ubica contiguo al “Patio Tepalcates” (ver figura 2 y 3) y por otro la Autopista Manzanillo-Guadalajara, con accesos fáciles y sin necesidades de construcción de infraestructura complementarias.

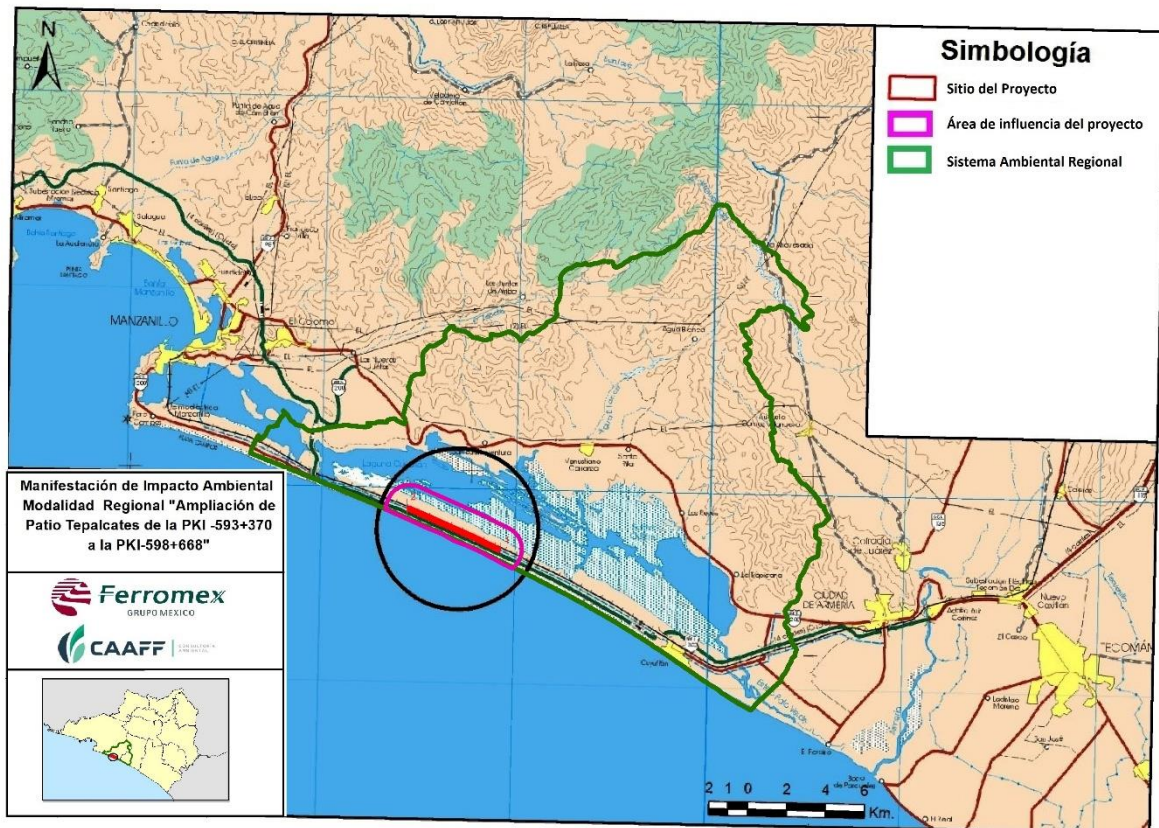


Figura 2. Ubicación del sitio del proyecto

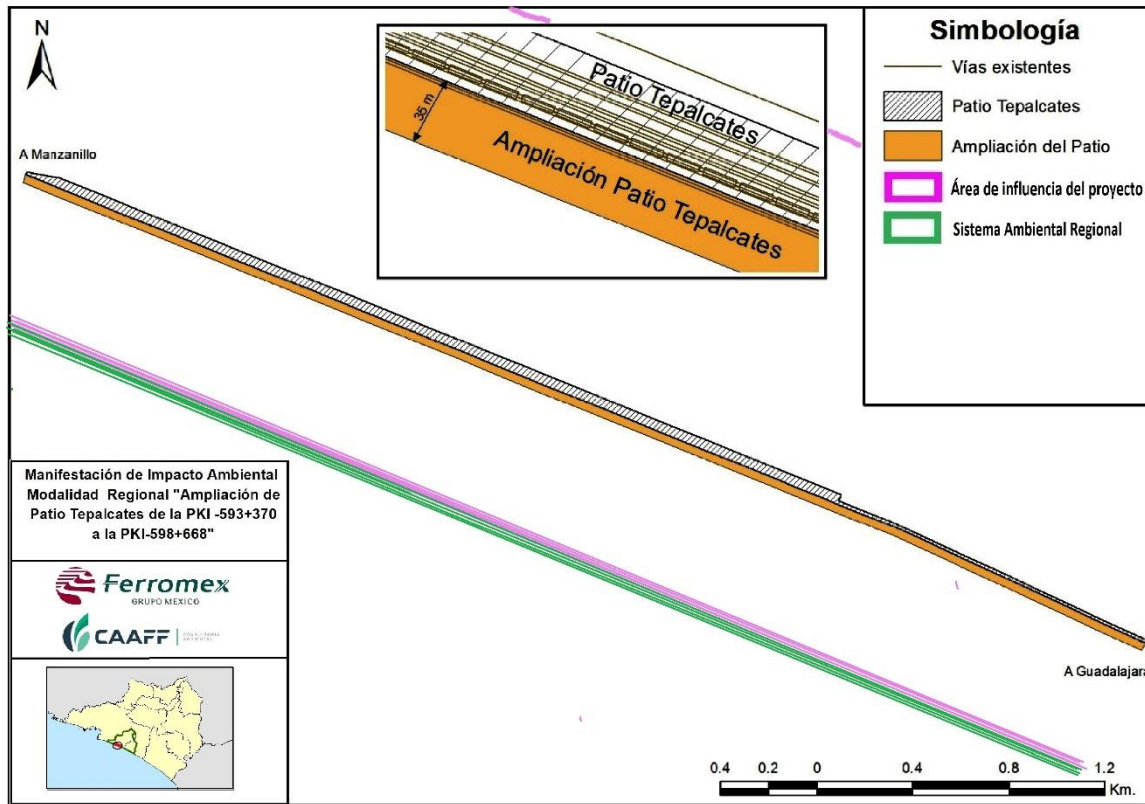
Esta solicitud en materia de impacto ambiental es la primera etapa del proyecto **Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668”** (franja izquierda), considerando en un futuro la ampliación y modernización de la franja derecha del DDV del patio, no existiendo actualmente fecha para su realización (ver tabla 1).



**Tabla 1. Patio existente y la ampliación del proyecto**

ETAPA/PROYECTO	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE FORESTAL (HA)
Patio Tepalcates actualmente en operación	16.57	0.0
<b>Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668</b>	<b>17.6852</b>	<b>8.7004 (solicitud)</b>
Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668 (segunda etapa)	4.0 (aproximadamente)	3.0 (aproximadamente)

El proyecto de la ampliación del Patio Tepalcates cuenta con un área total de 17.6852 ha, en un solo polígono, dentro del cual se ha identificado un área de 8.7004 ha que posee un uso forestal.



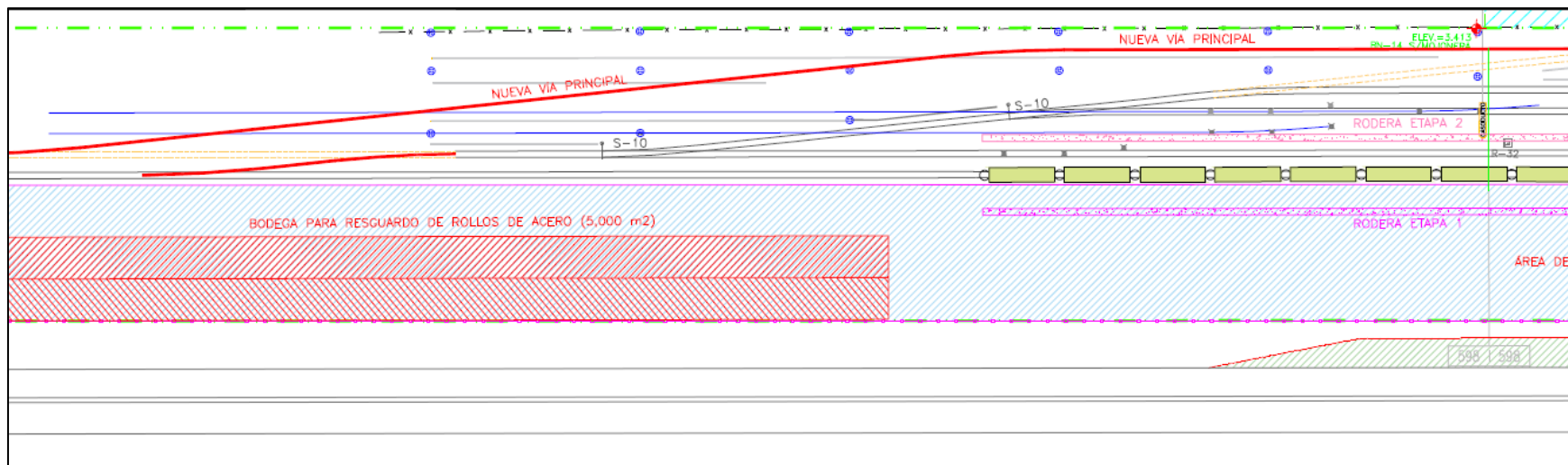
**Figura 3. Ubicación del proyecto con respecto al Patio Tepalcates**

El proyecto pertenece al sector ferroviario y se realizará con base en la normatividad de construcción de la LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO, así mismo se apegará a los reglamentos y leyes correspondientes en materia de impacto ambiental y forestal por el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

A continuación, se presenta el diagrama (figura 4) de la obra para la presente MIA-R, en el anexo se presenta el plano del proyecto en formato digital (DWG).

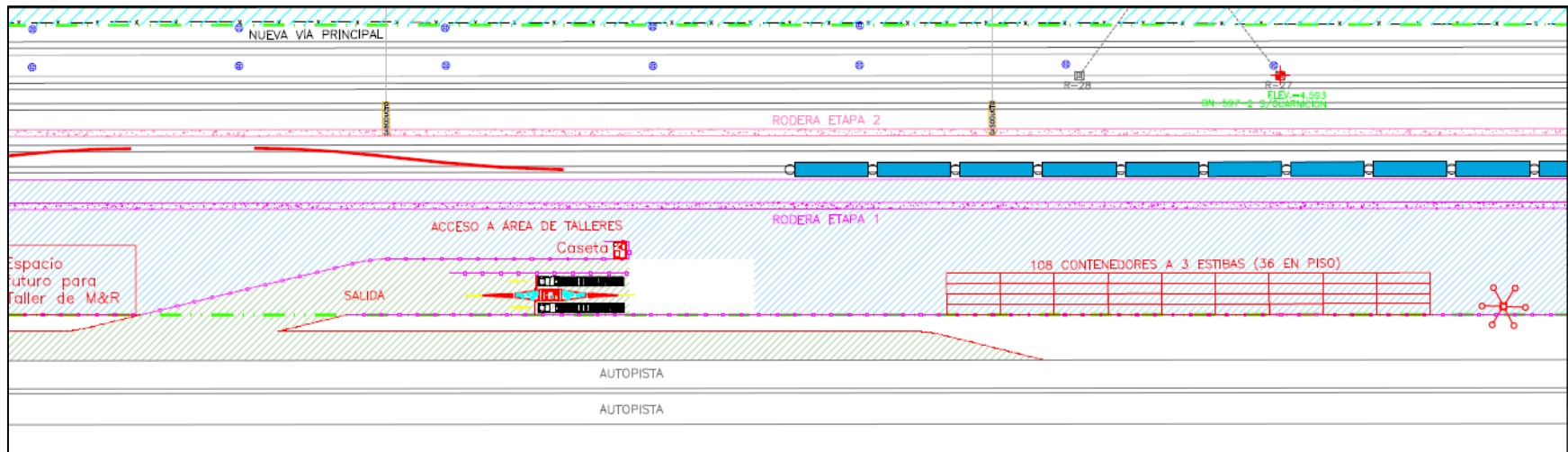
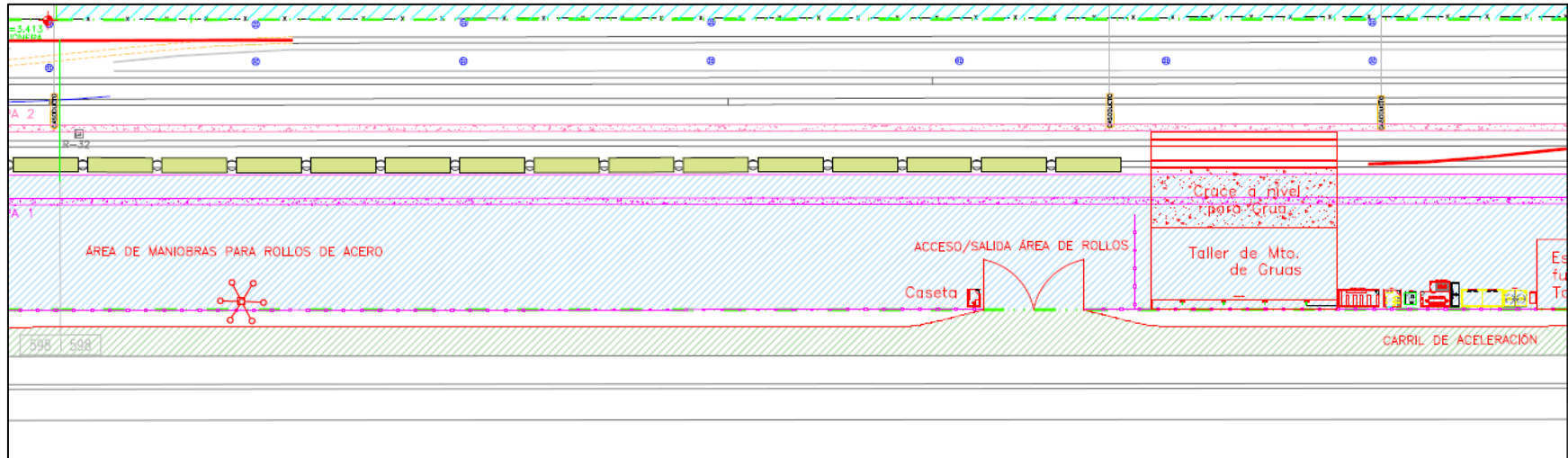
### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima



### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima





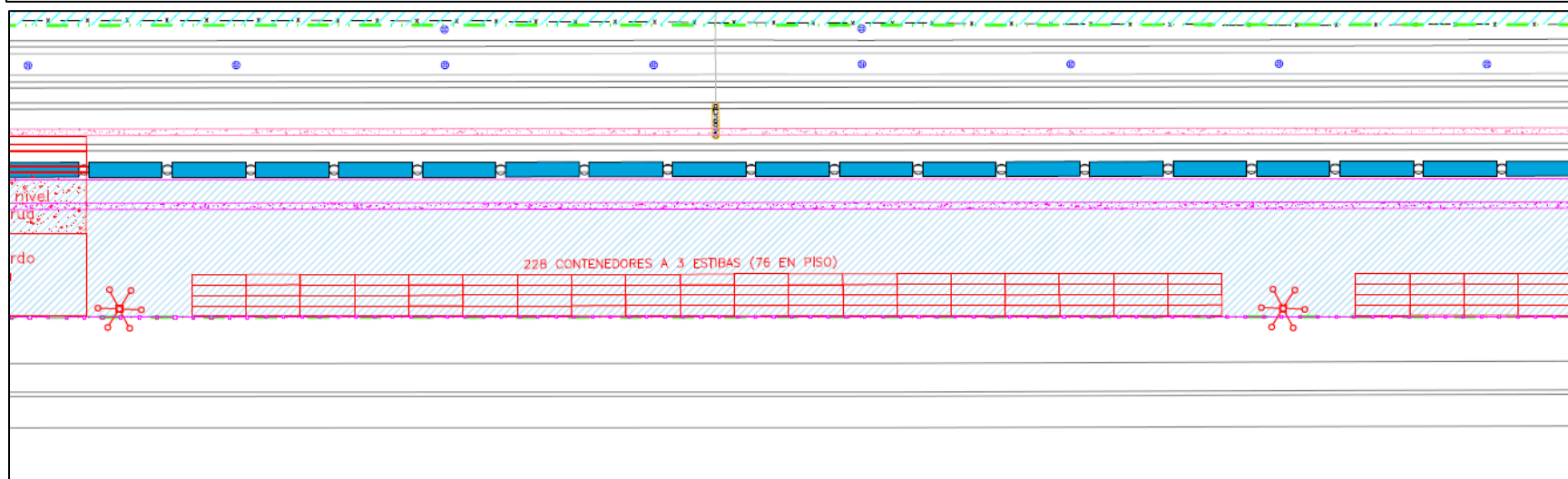
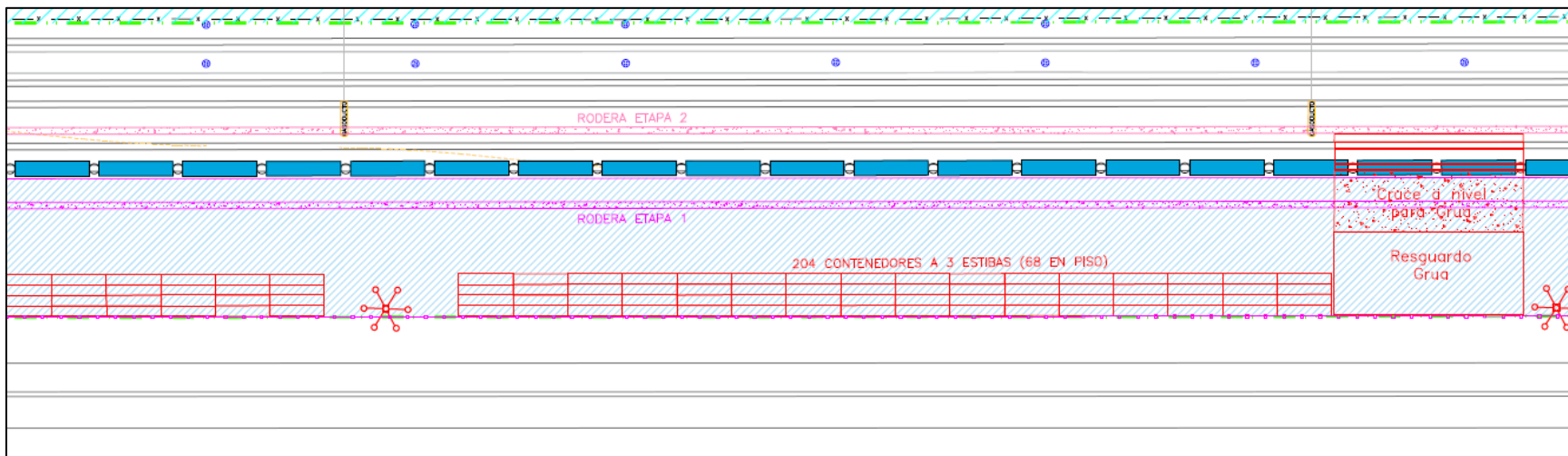
### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I,  
Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima



### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I,  
Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima



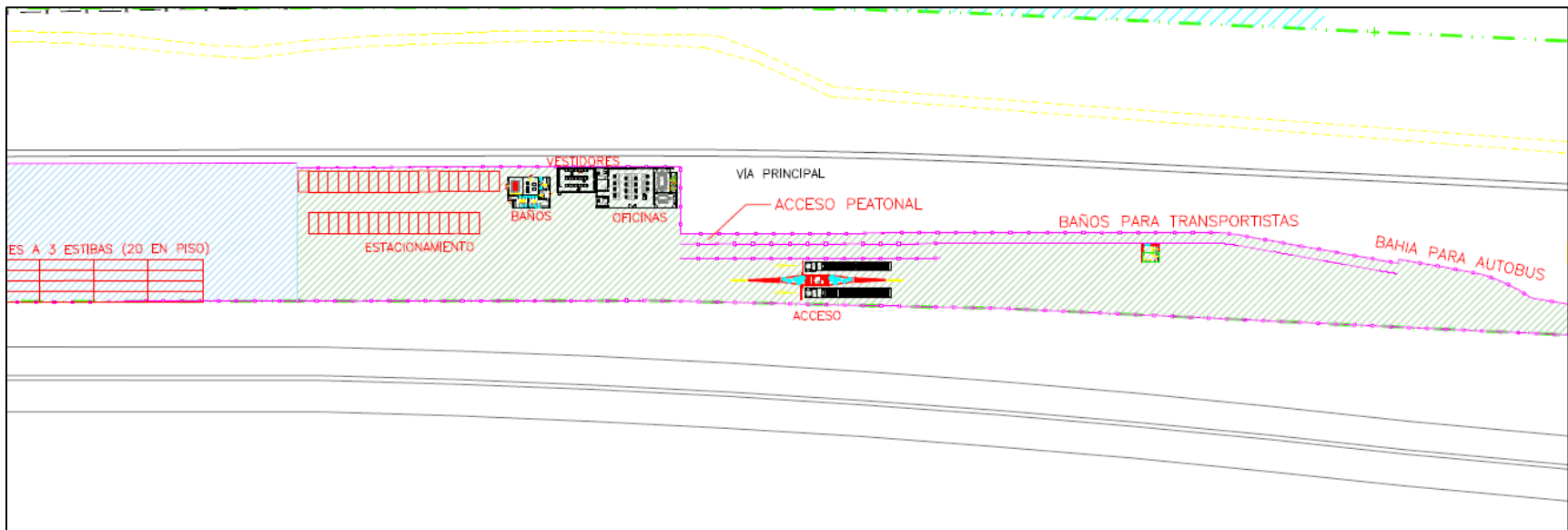
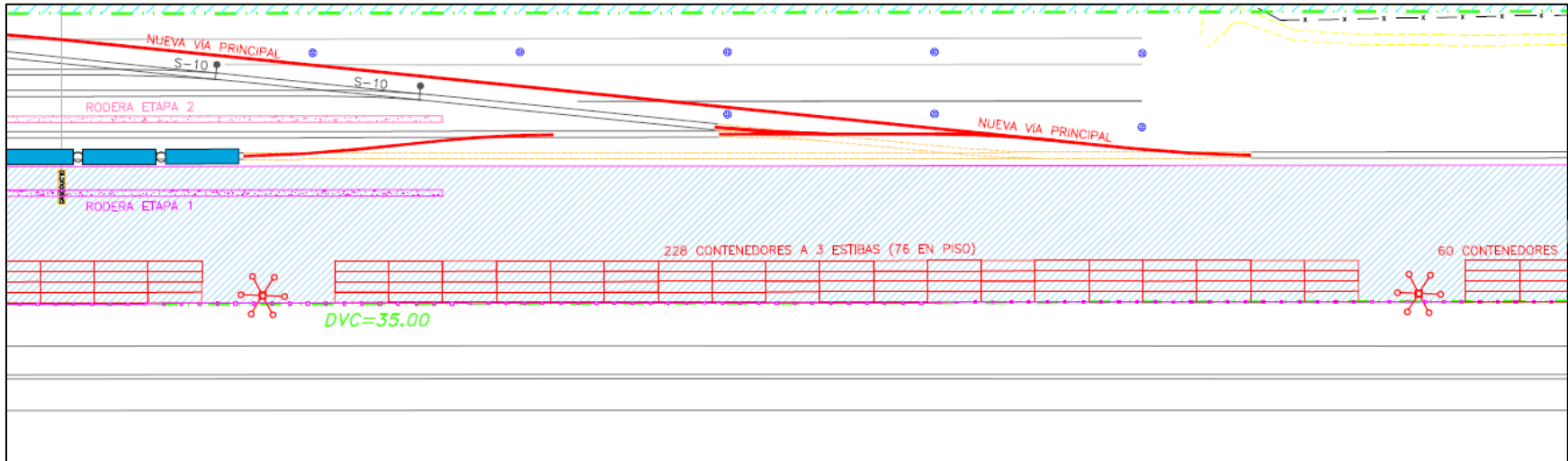
### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I,  
Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima



### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

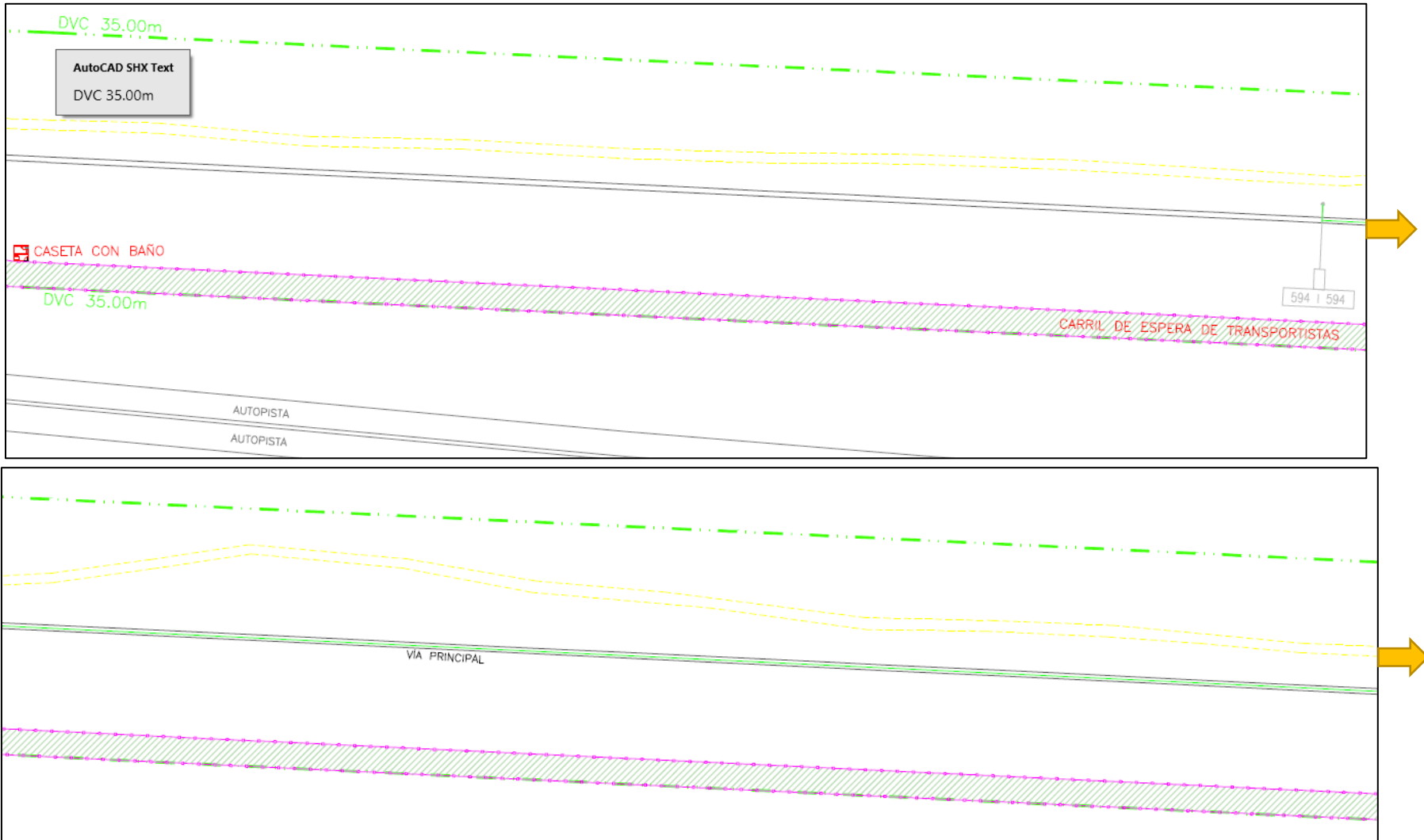
Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima





### Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I,  
Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"  
Ubicado en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima



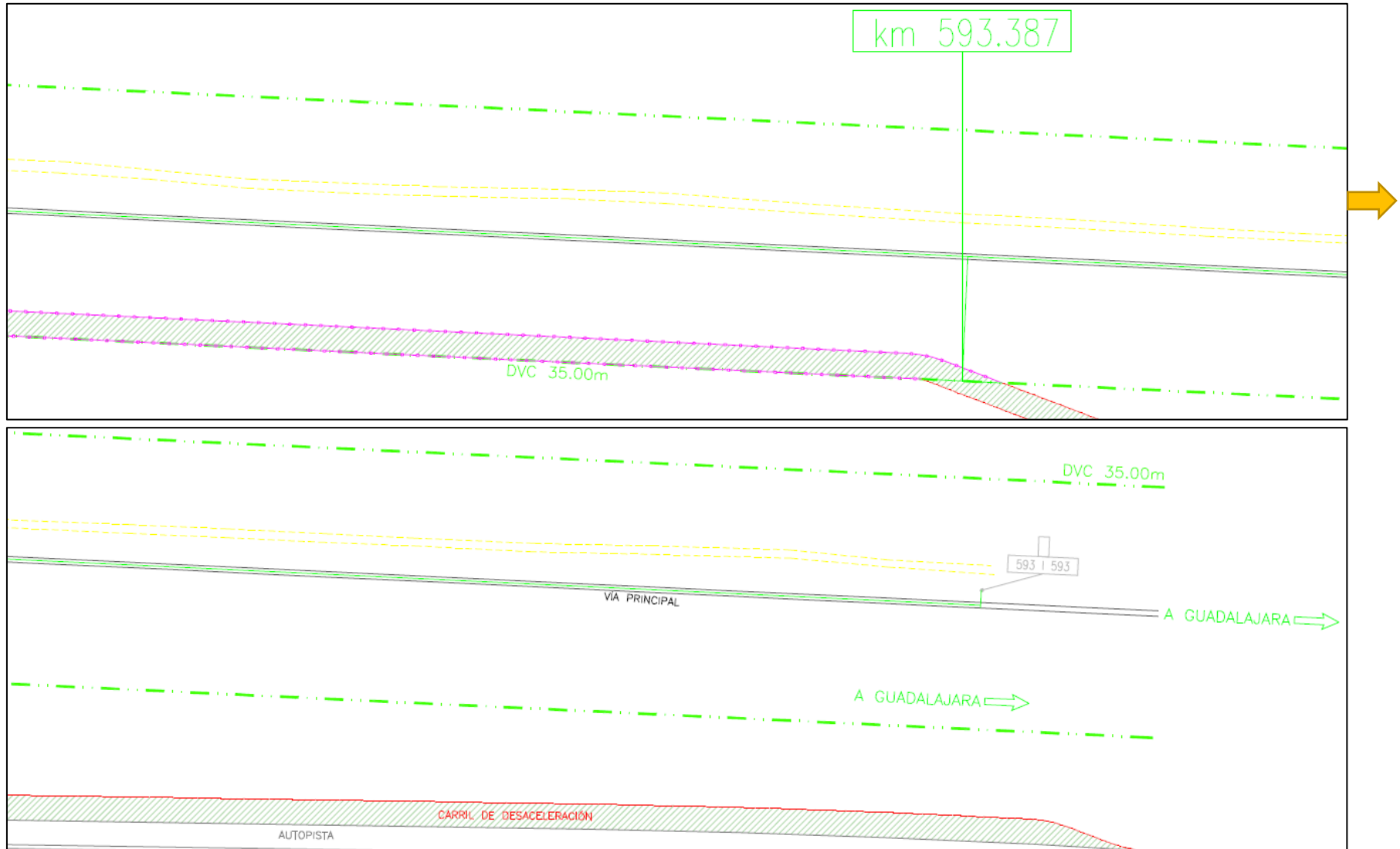


Figura 4. Planta geométrica del proyecto.

## II.1.2. JUSTIFICACIÓN

Previo a la selección del sitio del proyecto “**Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668**”, se realizó una recopilación de la información desde el punto de vista de técnico, disponibilidad de espacio para crecimiento, factores ambientales, factores constructivos, de ingeniería y topografía. Se recopiló información referente a sitios de protección y se analizó la calidad ambiental para determinar la mejor alternativa.

De acuerdo a lo anterior, la ubicación o selección del sitio del proyecto forma parte de la concesión de Corredor Irapuato-Manzanillo, con adecuada ampliación del Patio Tepalcates, con lo cual se dará continuidad a la prestación del servicio de transporte de carga ferroviaria al centro y occidente del país.

Tomando en cuenta las características relacionadas, se seleccionó el sitio como el más viable para definir dentro del mismo la trayectoria del proyecto, considerando, por un lado, la existencia de una caracterización y análisis previo de dicha zona y de los impactos que pudiesen presentarse por la ejecución del proyecto, se trata de un área con una capacidad de respuesta uniforme a estímulos y comportamientos legales, ambientales y técnicos, siendo los criterios de selección los siguientes:

### **II.1.2.1. Criterios ambientales**

- De acuerdo con la caracterización del uso de suelo y vegetación de la zona, se seleccionó el trazo donde se afectará lo menos posible terrenos forestales. Las áreas forestales por afectar donde no fue posible evitar el paso como es el caso de pequeños polígonos de selva baja caducifolia fragmentada, considerada como secundaria arbustiva, por lo que no se considera un ecosistema sensible, tales como bosques o selvas primarios en buen estado de conservación o corredores de vegetación importantes, como es el caso del presente sitio del proyecto, donde la vegetación se encuentra fragmentada con cierto grado de deterioro.
- Se ha seleccionado el sitio del proyecto considerando la menor demanda de espacio físico, que se traduce en una reducción de la intensidad y la magnitud del impacto originalmente estimado respecto a la disminución de la cubierta vegetal, reduciendo la afectación en áreas con alta densidad vegetal, benéfico para la estabilidad y funcionalidad de los ecosistemas.
- No se ubica sobre área de importancia ecológica, corredor biológico, Área Natural Protegida o alguna limitante de protección

### *II.1.2.2. Criterios técnicos*

- De acuerdo con el diseño e ingeniería del proyecto, las características topográficas presentes permiten el trazo, la construcción y mantenimiento del proyecto, esto es que se seleccionaron terrenos planos, con pendientes suaves, evitando zonas con pendientes fuertes y muy fuertes, que sin duda en otro punto se tendrían a lo largo de la vía férrea.
- El tipo de suelo y la geología del terreno no limitan el establecimiento del proyecto.
- La selección del sitio consideró la infraestructura actual, con el propósito de evitar la afectación de nuevas áreas para la apertura de caminos y utilizar preferentemente caminos de acceso existentes.
- Se seleccionó un sitio que no implique la construcción de un proyecto en su totalidad, aprovechando la infraestructura existente del Patio Tepalcates, que solo implica la modernización y la ampliación del mismo para prestar el servicio de terminal intermodal

### *II.1.2.3. Criterios socioeconómicos*

- De igual manera, el sitio del proyecto evita afectar los núcleos de población existentes en la región, considerando su probable radio de crecimiento.
- No existen problemas de litigio por la tenencia de la tierra o sociales que impidan el desarrollo del proyecto
- De manera indirecta habrá generación de empleos (Tabla 2), y desarrollo económico en la región.

Tabla 2. Empleos generados por etapa del proyecto.

ETAPA	CANTIDAD	TIPO
Preparación	2	Calificado
	8	No calificado
Construcción	10	Calificado
	50	No calificado
Operación y mantenimiento	18	calificado
	6	confianza



### II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

“Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668” se ubica entre la autopista de la carretera federal No. 200D Manzanillo-Guadalajara y la vía principal ferroviaria Irapuato-Manzanillo (ver figura 3) en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593+370 al Km I-598+668.

Las coordenadas del sitio del proyecto “Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668”, mismas que están dentro Derecho de Vía (DDV) concesionado al promovente se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3. Vértices del DDV de la Ampliación del Patio Tepalcates

VÉRTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	589131.00	2097019.32
2	589116.30	2096987.57
3	588535.14	2097256.65
4	588278.59	2097376.50
5	588085.83	2097465.13
6	587959.16	2097516.33
7	587947.73	2097520.94
8	587720.06	2097612.77
9	587450.96	2097722.68
10	587146.59	2097847.62
11	586907.03	2097942.59
12	586906.75	2097942.70
13	586554.03	2098086.10
14	586277.07	2098199.00
15	585717.42	2098427.81
16	585381.26	2098563.03
17	585200.75	2098636.10
18	584547.78	2098900.44
19	584454.79	2098938.08
20	584467.99	2098970.50
21	584560.97	2098932.85
22	585213.87	2098668.54
23	585394.38	2098595.45
24	585730.57	2098460.22
25	586567.23	2098118.49
26	587464.34	2097755.01
27	587852.72	2097596.98
28	588098.95	2097497.55
29	588293.43	2097408.18
30	588840.46	2097153.84

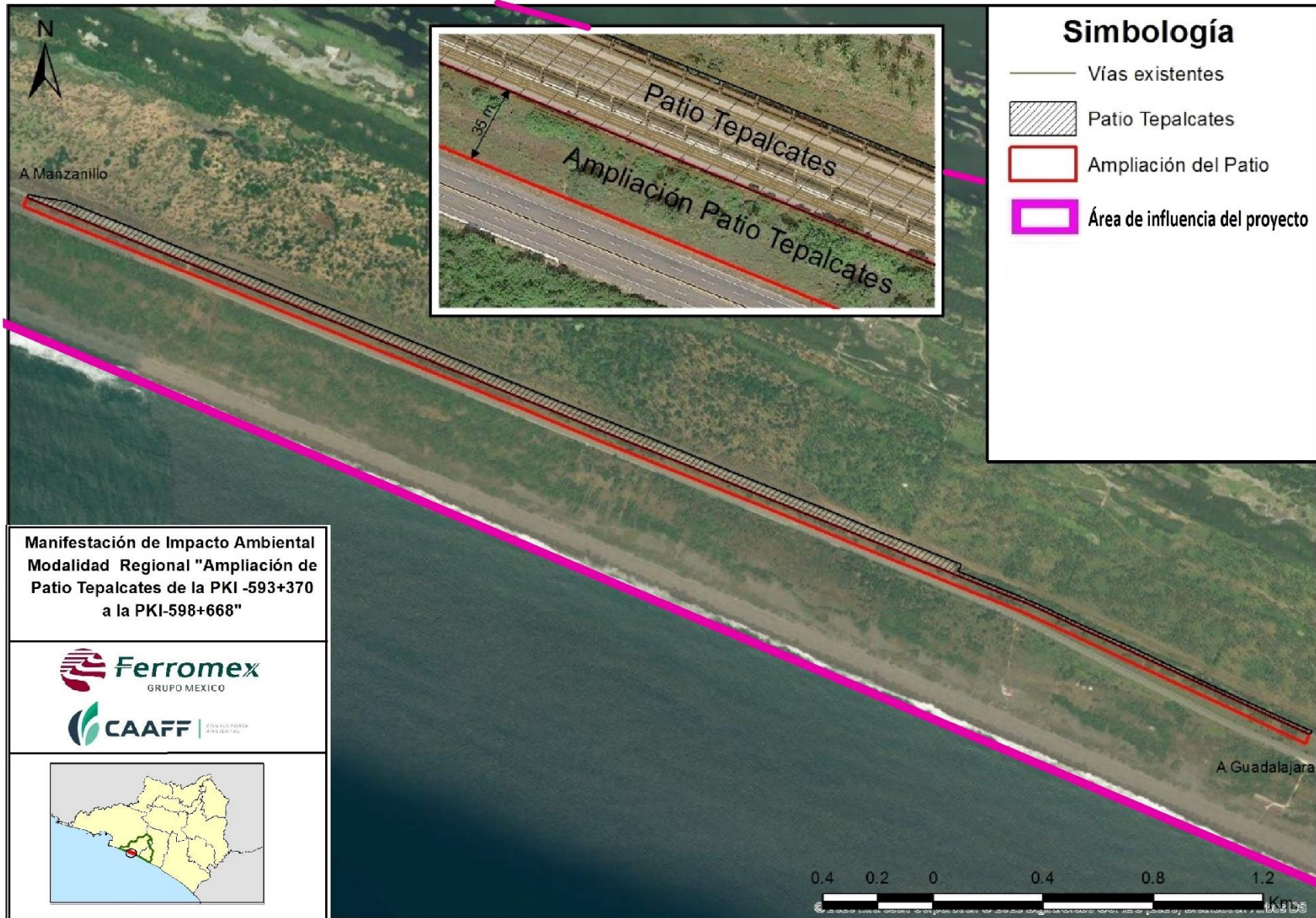


Figura 5. Imagen satelital del proyecto

### II.1.4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

Para una mejor visualización geográfica del área del proyecto en un contexto regional, se delimitó el Sistema Ambiental Regional (SAR) tomando en cuenta factores fisiográficos, sociales y ambientales. Dicha unidad de análisis será el punto de evaluación de los impactos ambientales que pueden surgir con el desarrollo del proyecto. La caracterización física y biótica del SAR se desarrolla en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.

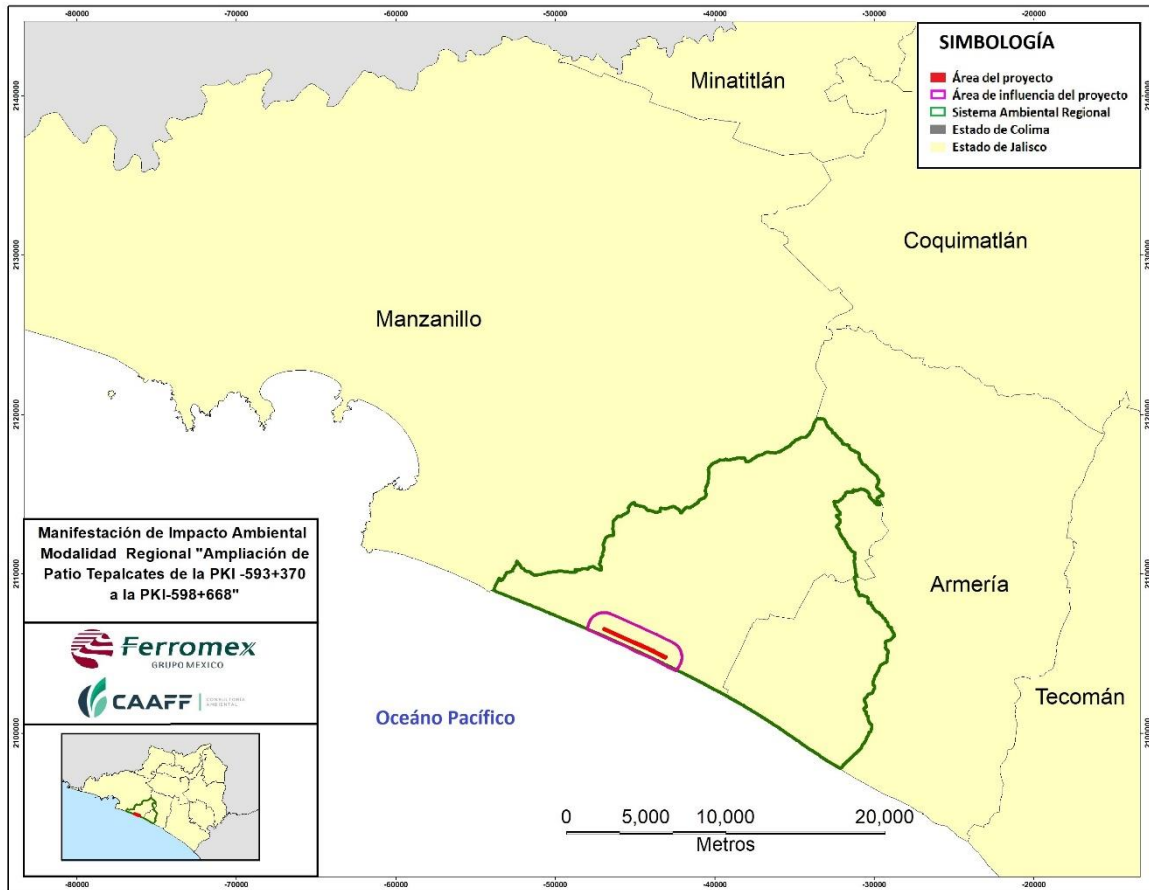


Figura 6. Ubicación regional del proyecto.

### II.1.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

De igual forma, con el propósito de conocer el área del proyecto, así como la extensión que podrían alcanzar sus impactos, se delimitó el área de influencia del proyecto con un radio de 1 km a la redonda y hasta los límites con el Océano Pacífico. El Área de influencia del proyecto, se considera como la zona donde influyen de manera directa los impactos que pueden ocasionar el proyecto.

## II.1.6. DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto para la “**Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668**” requiere un área total de 17.6852 ha, para la construcción de una serie de obras esenciales e instalaciones para el funcionamiento de la terminal intermodal, estas obras en general se especifican en la tabla 3, las obras más importantes son área de maniobras, áreas operativas, almacén de contenedores, carriles de acceso, roderas, bodega para el resguardo de rollos de acero, entre otras.

**Tabla 4. Obras e instalaciones del proyecto**

OBRA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Almacén de contenedores	2.4539	13.88
Almacén de residuos peligrosos	0.0041	0.02
Área de maniobras	9.5098	53.77
Área Operativa Secundaria	3.1763	17.96
Baños	0.0112	0.06
Bodega de herramientas y repuestos	0.0041	0.02
Bodega para resguardo de rollos de acero	0.5	2.83
Carriles de acceso	0.908	5.13
Caseta	0.1107	0.63
Cisterna	0.0023	0.01
Comedor	0.0028	0.02
Contenedor residuos sólidos	0.0012	0.01
Cruce a nivel para grúa	0.0738	0.42
Estacionamiento	0.0967	0.55
Oficina	0.0195	0.11
Planta de emergencia	0.0012	0.01
Resguardo de grúa	0.117	0.66
Roderas	0.5125	2.90
Taller de M&R	0.0616	0.35
Taller de mantenimiento	0.1132	0.64
Vestidores	0.0053	0.03
<b>Total</b>	<b>17.6852</b>	<b>100</b>

El Proyecto requiere una superficie de 17.6852 ha dentro de las cuales se han delimitado e identificado 8.7004 ha, equivale al 49.20% del total requerido que corresponden a un uso forestal con vegetación de selva baja caducifolia, mismas que serán afectadas de manera permanente.



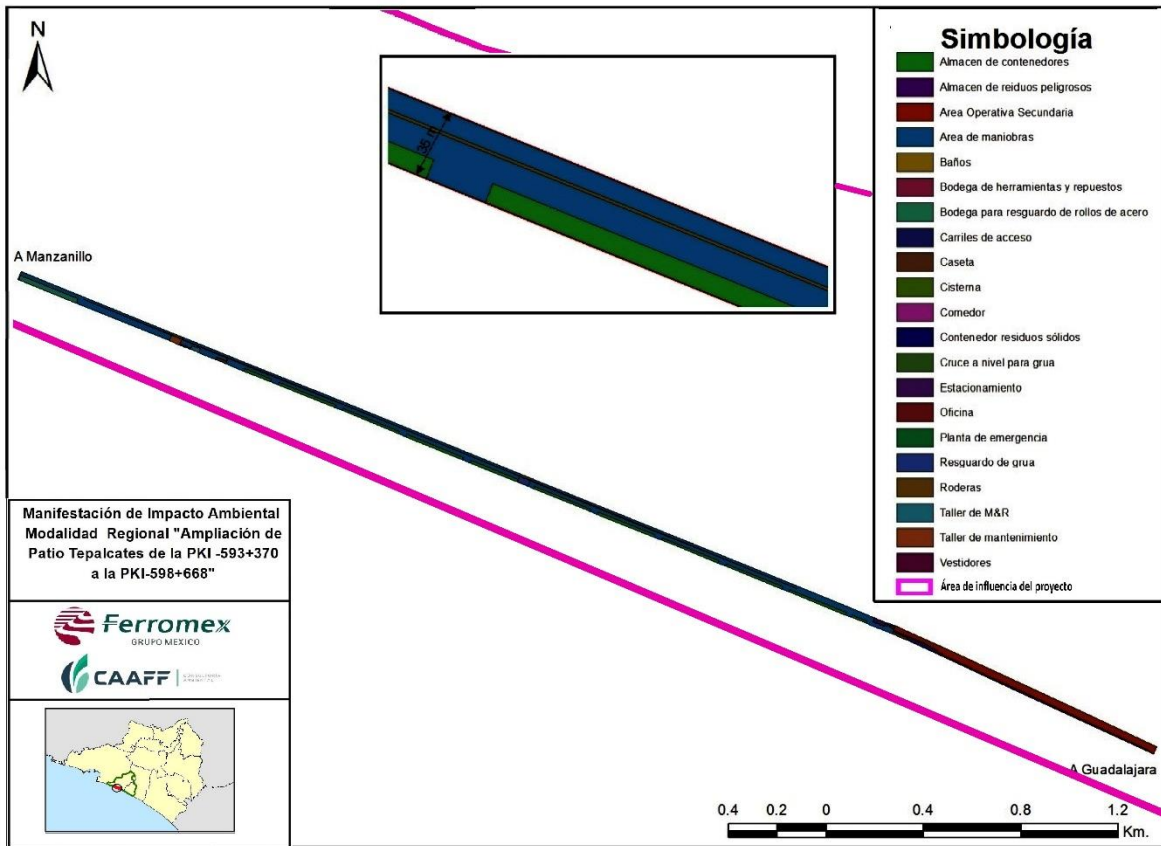


Figura 7. Obras e instalaciones del Proyecto

La figura 7 se presenta la distribución de las obras e instalaciones que requiere el proyecto "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668", por ser lineal y con un ancho de 35 metros en el anexo se presenta un plano a escala legible de dicha información.

### II.1.7. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

De acuerdo a la caracterización en campo, el área de remoción de vegetación delimitada para el proyecto se clasifica como **selva baja caducifolia (8.7004 ha.)**, cuyos polígonos son menores a 100 hectáreas, por lo que para el INEGI no fueron susceptibles a una diferenciación o clasificación de acuerdo a la escala trabajada tal y como se muestra en la figura que se muestra a continuación:

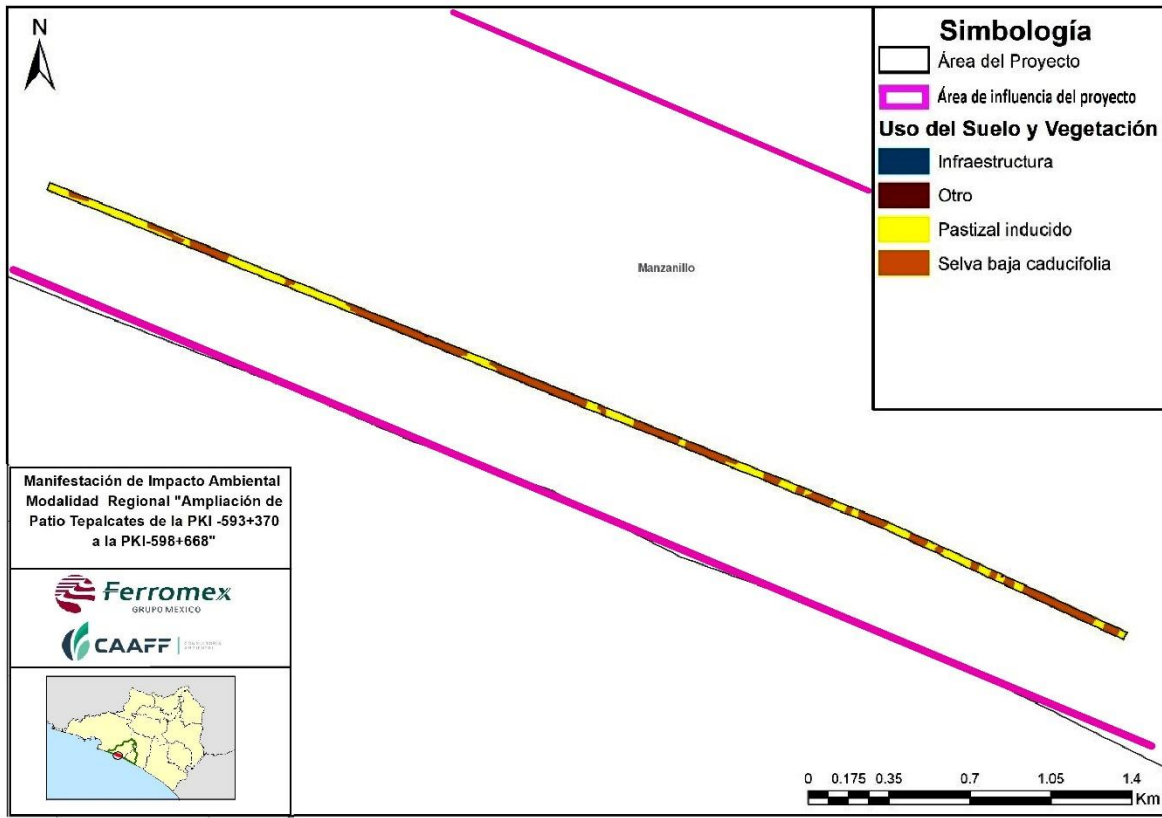


Figura 1. Uso del suelo y vegetación en el área del proyecto.

A continuación, se hace una breve descripción de este tipo de vegetación:

Selva Baja Caducifolia

Estas selvas constituyen el límite vegetacional térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con temperaturas anuales promedio superiores a los 20°C y precipitaciones anuales de 1,200 mm como máximo, siendo generalmente del orden de 800 mm, con una temporada seca que pueden durar hasta 8 meses y que es muy severa. Estas selvas se presentan desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm.

Las características fisionómicas principales de esta selva residen en la escasa altura que alcanzan los componentes arbóreos (normalmente entre 4 y 10 metros, eventualmente 15 metros) y en el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas por un periodo de 5 a 7 meses, lo cual provoca un contraste enorme en la fisionomía de la vegetación entre la época seca y la lluviosa. Un elevado número de especies presenta exudados y sus hojas tienen olores fragantes o resinosos cuando se les estruja. Dominan las hojas compuestas y/o cubiertas por abundante pubescencia. El tamaño predominante de las hojas es el nanófilo. Generalmente los troncos de los árboles son cortos, robustos, torcidos y ramificados cerca de la base; muchas especies presentan cortezas escamosas papiráceas o con protuberancias espinosas o corchudas. Las copas son poco densas y muy abiertas.

El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después del inicio de las lluvias. Los bejucos son abundantes, también se observan bromeliáceas y diversas orquídeas.

Las formas de vida suculentas son comunes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Lemaireocereus y Cephalocereus. A pesar de lo xerofítico del ambiente, las espinosas no son abundantes, por lo que las selvas tienen características de inermes. Esta selva se desarrolla preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante someros arenosos o arcillosos con un drenaje superficial fuerte. Los sustratos geológicos en los que se desarrolla son bastante variables.

La selva baja caducifolia ocupa extensiones considerables en la vertiente del pacífico, especialmente en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la sierra Madre Occidental en donde se presenta en los cañones de la sierra y se extiende desde Baja California hasta Chiapas. En el Golfo se encuentra en la Huasteca, en la parte alta del Río Papaloapan y en casi todo el estado de Yucatán. En los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, y parte de Michoacán, la selva baja caducifolia se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,600msnm, pero frecuentemente abajo de los 1,400msnm. Está restringida a las laderas de los cerros. Una de las especies que se encuentra frecuentemente como clara dominante es *Lysiloma divaricata*; otras especies preponderantes son del género *Bursera*, entre ellas *Bursera excelsa var favonialis*, *B. gagaroides vars elongata y purpusii*, *Capparis incana*, *Ceiba aesculifolia*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pseudosmodingium perniciosum*, *Spondias purpurea* y *Trichilia colimana*.

Este tipo de vegetación es de fácil regeneración y reproducción y ha tenido poco interés desde el punto de vista de la obtención de productos por la industria forestal tradicional. Se distribuye principalmente en laderas, debido a que casi la totalidad de los terrenos planos donde se distribuía originalmente ostentan actualmente cultivos agrícolas, frutícolas, ganadería, o vegetación secundaria.

#### Pastizal inducido (PI)

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*.

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo para el estrato herbáceo de la vegetación de Pastizal Inducido (PI).

### Estrato Herbáceo

Tabla 125. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación PI.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto grama	16,800	13.0
2	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	3,200	2.4
3	<i>Panicum maximum</i>	Pasto tanzania	102,000	78.9
4	<i>Senna occidentalis</i>	Sena	7,200	5.7
TOTAL			129,200	100.00%

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 4 especies, siendo el estrato con el menor número de especies identificadas en los sitios de muestreo de flora del AP, y un total de 129,200 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Panicum maximum* es la más abundante del estrato con 102,000 individuos/ha, constituyendo el 78.9% de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 13.0%, siendo el valor más bajo percibido de 2.4% que corresponde a 3,200 ind/ha, esto por parte de la especie *Cyperus rotundus*.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009) se hace una breve descripción del tipo de hábitat de las especies registradas en este uso de suelo.

Tabla 126. Descripción del hábitat de las especies dominantes encontradas en los sitios de muestreo.

ESPECIE	CARÁCTERÍSTICAS
<i>Panicum maximum</i>	El zacate guineo es una de las especies más comunes en el paisaje cultural del trópico mexicano. Es una planta forrajera, pero también se puede portar como maleza. La especie invade bosques y pastizales naturales, sobre todo en el trópico húmedo. (Conabio, 2002).
<i>Cynodon dactylon</i>	Es una especie exótica de las más comunes en México, se le conoce como pasto africano o zacate bermuda, se caracteriza por tener un hábito de crecimiento ruderal y arvense en varios cultivos, además de distribuirse ampliamente en áreas con disturbio. (Conabio, 2002).
<i>Senna occidentalis</i>	Tiene un tipo de hábitat ruderal, en bordes de caminos, en zonas baldías, campos de cultivo, en agostaderos degradados, frecuentemente en suelos arenosos, matorrales y frecuentemente en lugares perturbados (McVaugh, 1983; Allred, 2007).
<i>Cyperus rotundus</i>	Este coquillo ha sido llamado "la peor maleza del mundo". Es un problema especialmente en cultivos intensivos y abiertos. Especie exótica y cosmopolita, la más presente en el cultivo. Planta perenne con reproducción principalmente vegetativa a partir de tubérculos. No produce mucha semilla, pero éstas tienen muy alta viabilidad, pudiendo durar hasta 20 años en el suelo. Es más agresivo en suelos livianos y húmedos. (INIA, 2003).



Los resultados obtenidos de campo muestran que en este uso de suelo se desarrollan especies indicadoras de perturbación, exóticas, ruderales y arvenses como producto del desuso, actividades humanas como lo son el paso constante por las vías de comunicación (autopista y vías ferroviarias) aledañas al área del proyecto.

### **II.1.7.1. SUPERFICIE FORESTAL POR AFECTAR**

El área del proyecto presenta una superficie de 17.6852 hectáreas, de las cuales 8.7004has corresponden a superficie forestal; misma que se verá afectada por la construcción del proyecto.

En la siguiente tabla se presenta la superficie forestal que será afectada por el desarrollo del proyecto, así como los usos de suelo actuales.

**Tabla 5. Superficie forestal por tipo de obra.**

USO DE SUELO	SUPERFICIE TOTAL (HA)	PORCENTAJE
Infraestructura ferroviaria	2.0439	11.56
Pastizal inducido	6.9409	39.25
Selva Baja Caducifolia	8.7004	49.20
<b>TOTAL</b>	<b>17.6852</b>	<b>100.00</b>

Así mismo, es importante mencionar que las obras provisionales: almacén de maquinaria y equipo de obra, baños portátiles y contenedores de residuos (mencionadas en el apartado II.2.3.3.), serán ubicadas dentro de la misma superficie del derecho de vía, por lo que no se requerirá de la remoción adicional de vegetación; considerando también que no se requiere la apertura de caminos de acceso, sino únicamente el mantenimiento de los existentes, por lo cual no se verá afectada la vegetación por esta actividad.

Para definir las coordenadas de los polígonos que tendrán remoción de vegetación, se identificaron 21 polígonos o fragmentos que presentan una condición de selva baja caducifolia arbustiva, para su mejor identificación se numeraron los polígonos con vegetación forestal por tipo de vegetación encontrada (tabla 6).

**Tabla 6. Polígonos de área del proyecto que tendrán remoción de vegetación.**

TIPO DE VEGETACIÓN	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
Selva Baja Caducifolia arbustiva	1	0.2029	2.33
Selva Baja Caducifolia arbustiva	2	1.0644	12.23
Selva Baja Caducifolia arbustiva	3	0.1512	1.74
Selva Baja Caducifolia arbustiva	4	0.0974	1.12
Selva Baja Caducifolia arbustiva	5	0.117	1.34
Selva Baja Caducifolia arbustiva	6	0.1054	1.21
Selva Baja Caducifolia arbustiva	7	0.2516	2.89
Selva Baja Caducifolia arbustiva	8	0.3942	4.53
Selva Baja Caducifolia arbustiva	9	0.0859	0.99
Selva Baja Caducifolia arbustiva	10	0.3441	3.95

TIPO DE VEGETACIÓN	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
Selva Baja Caducifolia arbustiva	11	0.1034	1.19
Selva Baja Caducifolia arbustiva	12	0.2265	2.60
Selva Baja Caducifolia arbustiva	13	0.658	7.56
Selva Baja Caducifolia arbustiva	14	0.6384	7.34
Selva Baja Caducifolia arbustiva	15	0.1051	1.21
Selva Baja Caducifolia arbustiva	16	1.3445	15.45
Selva Baja Caducifolia arbustiva	17	1.6442	18.90
Selva Baja Caducifolia arbustiva	18	0.1008	1.16
Selva Baja Caducifolia arbustiva	19	0.5504	6.33
Selva Baja Caducifolia arbustiva	20	0.3758	4.32
Selva Baja Caducifolia arbustiva	21	0.1392	1.60
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>	<b>100.00</b>

### II.1.8. INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión para la elaboración del proyecto contempla el monto para gastos de materiales, permisos, proyecto, cumplimientos ambientales y trabajos complementarios. En total se tiene una inversión de \$411,945,831.40 (Cuatrocientos once millones novecientos cuarenta y cinco mil ochocientos treinta y un pesos 40/100 M.N.).

Tabla 7. Inversión general del proyecto

DESCRIPCIÓN	MONTO (\$)
Materiales	\$269,574,248.72
Permisos, proyecto y cumplimientos ambientales	\$3,500,000.00
Trabajos complementarios	\$138,421,582.68
<b>Total</b>	<b>\$411,945,831.40</b>

### II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O P

Las actividades del proyecto se agrupan en tres etapas fundamentales: Actividades previas, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

En la siguiente tabla se especifica cada una de las actividades que se llevarán a cabo para la ejecución del proyecto.

Tabla 8. Actividades para la ejecución del proyecto.

ACTIVIDADES	
GENERALES	PARTICULARES
Actividades previas	Diseño e ingeniería del proyecto
	Obtención de autorizaciones ambientales
Preparación del sitio	Delimitación del área del proyecto
	Desmonte y despalme
	Cortes y nivelación
Construcción	Formación de terraplén, formación de sub-base y formación de base
	Construcción de las vías
	Carpeta asfáltica para la plataforma
	Colector para drenaje pluvial
	Confinamiento
	Acceso carretero a la terminal
	Instalaciones
	Sistema telecomunicaciones
Instalación de señales	
<b>Operación y mantenimiento</b>	

### II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

El desarrollo de las actividades del proyecto, sin incluir las actividades previas hasta el inicio de la operación y mantenimiento, corresponde a un periodo de 24 meses.

Como parte inicial, se contemplan las actividades previas con una duración de 4 meses, donde se incluye la obtención de las autorizaciones ambientales correspondientes (permisos en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo). Una vez obtenidas estas autorizaciones, se iniciarán las actividades de preparación del sitio (duración de tres meses), seguido de la preparación se dará inicio la etapa de construcción, la cual contempla un tiempo de 23 meses. La etapa de operación y mantenimiento correspondiente al proyecto, que incluye los laderos y su derecho de vía, está concesionada por un plazo de 50 años, prorrogable 50 años adicionales. Sin embargo, aún después de concluida la concesión, la Federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte.

Es importante aclarar que, como parte del proyecto, se consideró que la etapa de preparación del sitio (desmonte y despalme) corresponderá a tres meses, sin embargo, por los tiempos entre las autorizaciones, la licitación y la contratación de la ejecución de las obras se considerará la opción de solicitar a la SEMARNAT una ampliación de vigencia de hasta 1 año para la remoción de vegetación (solo si los trámites antes mencionados exceden del tiempo estipulado).

Tabla 9. Programa general del trabajo.

ACTIVIDADES		AÑOS													
		MESES				MESES								3	
GENERALES	PARTICULARES	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8..2 4	...
Actividades previas	Diseño e ingeniería del proyecto	■													
	Obtención de autorizaciones ambientales	■	■	■	■										
Preparación del sitio	Delimitación del área del proyecto						■								
	Desmonte y despalme						■	■	■						
	Cortes y nivelación						■	■	■						
Construcción	Formación de terraplén, formación de sub-base y formación de base						■	■	■						
	Construcción de las vías						■	■	■	■	■	■			
	Carpeta asfáltica para la plataforma						■	■	■	■	■	■	■		
	Colector para drenaje pluvial						■	■	■	■	■	■	■		
	Confinamiento						■	■	■	■	■	■	■		
	Acceso carretero a la terminal						■	■	■	■	■	■	■		
	Instalaciones						■	■	■	■	■	■	■		
	Sistema telecomunicaciones						■	■	■	■	■	■	■		
Instalación de señales													■		
Operación y mantenimiento															■

CONSULTA PÚBLICA

---

## II.2.2. ACTIVIDADES PREVIAS

### *II.2.2.1. Diseño e ingeniería del proyecto*

Consistió en definir y diseñar el trazo del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado", es decir, en determinar las áreas y superficies de las mismas con el fin de optimizar las operaciones necesarias para la operación del proyecto en comento, así como también en estudios y criterios técnicos, ecológicos, económicos y sociales, de manera que el proyecto en mención opere de la mejor manera, esta etapa ya está concluida.

### *II.2.2.2. Obtención de autorización ambiental*

Como parte de la obtención de autorizaciones ambientales, se desarrolla la presente Manifestación de Impacto Ambiental en la cual se desarrollará la evaluación de los impactos por las obras y actividades que pueda ocasionar el proyecto, así como las medidas de prevención y mitigación para atenuar dichos impactos. También se presentará el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), con el fin de obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

## II.2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO

Esta actividad consiste en la modificación del terreno por medio de operaciones de desmonte y despalme, las cuales sirven para crear una superficie que permita el tránsito de maquinaria y personal necesario para la etapa de construcción. Dentro de esta etapa se incluyen las siguientes actividades.

### *II.2.3.1. Delimitación*

Actividad que consiste en realizar la delimitación o marcado de los límites del área sujeta a autorización en materia de impacto ambiental. Esto permite que las brigadas de rescate de flora y fauna se concentren en dichas áreas y los trabajadores no afecten áreas no previstas en el proyecto.

La delimitación se realizará con apoyo de un GPS con un equipo de topografía identificando con postes de PVC de color fosforescente los principales vértices o puntos de inflexión del polígono de manera de poder delimitar con marcas visibles el área donde se llevarán a cabo las obras y actividades del proyecto.

### *II.2.3.2. Desmonte y Despálme*

Implica la remoción de la cubierta vegetal de una a superficie total de 8.7004 hectáreas. Las áreas solicitadas en materia de impacto ambiental previamente serán delimitadas, es decir se realizará la medición con ayuda de herramientas de geoposicionamiento para estar en condiciones de señalar las áreas que serán intervenidas por el desmonte, tendiendo una programación semanal durante tres



---

meses que se prevé que dure esta actividad. Lo anterior permitirá proteger las áreas adyacentes del proyecto.

De acuerdo con el programa general de trabajo, el desmonte del área del proyecto se ejecutará gradualmente durante tres meses, aunque la **solicitud que se realiza se considere una vigencia de 1 año**, el proceso del desmonte se realizará posterior a las actividades de rescate de flora y fauna.

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en las áreas forestales definidas para el proyecto, con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal, que obstruya las demás actividades constructivas del proyecto.

El derribo de árboles se llevará a cabo por medios manuales (motosierras). La manera en que se realizará el desmonte se efectuará dependiendo de las condiciones del sitio, siempre considerando la seguridad del trabajador para lo cual se utilizará el derribo direccional con el apoyo de cuñas. El trabajo se hará siempre de manera controlada para que todo el producto de desmonte se direcciones completamente dentro del polígono autorizado, evitando así la afectación a zonas no autorizadas.

El derribo de la vegetación forestal se realizará en forma gradual y se irá avanzando paulatinamente en el derribo, de tal manera que, tras los frentes de trabajo, el terreno quede libre de vegetación forestal para dar paso a las actividades de despalme y posterior inicio de los trabajos de construcción, así hasta concluir la remoción total. En ningún caso se hará uso de fuego o productos químicos para realizar la remoción de la vegetación.

La madera será utilizada para obras de conservación de suelo y agua, a través de barreras de retención de material muerto a construir dentro del polígono de compensación ambiental adicional. El material (arbustos y ramas) que no se pueda utilizar en las obras de conservación de suelo, será triturado y utilizado para el enriquecimiento y conservación del suelo en el área a reforestar, esto como parte de las acciones de mitigación del proyecto.

### **Despalme**

Posterior al desmonte se realiza el despilme, el cual consiste en la movilización de la capa vegetal (top soil), en 30 cm aproximadamente de profundidad, ello a todo lo largo y ancho del área del proyecto. Esta capa orgánica de suelo en el área del proyecto será recuperada y almacenada en el sitio, para su posterior utilización en las actividades de restauración, es decir será colocada nuevamente en las áreas afectadas o de rehabilitación.

Para esta actividad se podrán usar equipos pesados que permitan realizar el movimiento de suelos, los que típicamente podrán ser: Bulldozer, CAT D6 D7 o similar, Motoniveladora, Excavadora tipo CAT 320 y/o 330 o similar.

Como parte de las actividades de despalme se incluye el desenraizamiento de los tocones y raíces, actividad importante en el rescate del suelo fértil, dejando listo el sitio para ejecución de las actividades de construcción.

Durante la etapa de despalme, se estima la recuperación de 92,271 m<sup>3</sup> de suelo en todo el proyecto, esto calculado considerando la totalidad del proyecto. El rescate de suelo dentro de esta actividad es prioritario como medida de mitigación para la recuperación de terrenos degradados de la zona.

### **II.2.3.3. Obras provisionales**

Estas son necesarias para llevar a cabo algunas actividades relacionadas con el proyecto, para lo que generalmente se utiliza un remolque acondicionado como oficina de campo, almacén de materiales y herramienta menor, almacén de combustible y lubricantes, almacén de residuos peligrosos, taller de maquinaria e instalaciones sanitarias.

#### **II.2.3.3.1 Oficina de campo**

Frecuentemente se recurre a un remolque, equipado con el mobiliario necesario para trabajar en él, instalaciones eléctricas para equipo de cómputo y comunicaciones (radio).

#### **II.2.3.3.2 Almacén de materiales y herramienta menor**

El almacén se instala con el fin de conservar en buen estado el equipo y herramienta menor, así como materiales que pueden sufrir deterioro por su exposición a la intemperie. El lugar donde se instale el almacén debe contar con una superficie plana y exenta de vegetación nativa y debe estar provisto de extintores.

#### **II.2.3.3.3 Almacén de combustibles y lubricantes**

En este tipo de almacén provisional se protege el suelo con la colocación de tapete absorbente, y charolas para prevención de derrames, contará con ventilación natural, así como equipo adecuado para despachar el combustible y extintor.

#### **II.2.3.3.4 Almacén de residuos peligrosos**

Los cambios de aceite de la maquinaria y equipo se realizarán preferentemente en talleres fuera del área del proyecto, por lo cual no se pretende generar residuos peligrosos, sin embargo, cuando se genere por excepción aceite quemado o sólidos impregnados con hidrocarburos en el área del proyecto, estos serán colocados en tambos con tapa, los cuales se entregarán a una empresa autorizada para su transporte y/o disposición final. El área asignada para el almacenamiento temporal de tambos contará con tapete absorbente o linner, así mismo se colocarán charolas para prevención de derrames, se colocará extintor.

#### **II.2.3.3.5 Taller de maquinaria**

Cuando por causa de fuerza mayor se requiera la reparación de maquinaria se acondicionará un área para ese fin. En caso de que se pueda mover la maquinaria, se trasladará a un taller que cuente con instalaciones adecuadas para realizar la reparación. Si las condiciones del terreno lo permiten, se adecuará un lugar plano para instalar una capa de concreto de aproximadamente 10cm de espesor

se podrá utilizar linner: geomembrana de polietileno de alta densidad para el recubrimiento del área para erradicar contaminación al suelo, subsuelo y agua subterránea, toda adaptación será removida al finalizar la construcción del proyecto.

#### **II.2.3.3.6 Instalaciones sanitarias**

Se contratará el servicio de una empresa que provea el servicio de instalaciones sanitarias, considerando un sanitario por cada 12 trabajadores en la obra, los cuales permanecerán durante el desarrollo de la construcción y hasta su finiquito.

#### **II.2.3.3. Cortes y nivelación**

Los cortes (excavaciones) que se efectuarán en el proyecto son para construir el colector de drenaje pluvial, el cuerpo del terraplén de las vías férreas y de la plataforma de carga descarga y almacén de contenedores y plataformas, la cimentación de los edificios contemplados como talleres, oficinas, casetas y otras obras que impliquen construcciones de ingeniería civil y para colocar la fosa séptica y separador de grasas y aceites, las cuáles se efectuarán en promedio a una profundidad de 1.00 m.

### **II.2.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

La etapa de construcción del proyecto consiste básicamente en la construcción, instalación y armado de vía principal primaria y secundaria, así como obras inherentes del proyecto como oficinas, casetas, bodegas, talleres entre otras, a continuación, se describen.

#### **II.2.4.1. Construcción de las vías**

Después de realizar los cortes por medio mecánico a profundidad adecuada con referencia al nivel del terreno y se haya realizado la carga, acarreo y descarga del material procedente de banco para terracerías, se realizarán las siguientes actividades.

- Formación de terraplén

Se realiza la escarificación de terraplén, con material del lugar, estabilizado con cal al 7% en un volumen de compactación en capas de 20 cm al 95% su P.Y.S.M. para recibir terracerías. Posteriormente se efectúa la formación de capas subrasante con material del lugar, estabilizando material de banco en un 80% en volumen compactado en capas de 20 cm al 95% de su P.Y.S.M.

Finalmente, y si fuera necesario se desarrolla la estabilización de taludes a base de malla electrosoldada 66 8-8, anclas de var 3/4" de 60 cm de longitud @ 2.0 m en ambos sentidos y concreto lanzado  $I_c = 40 \text{ kg/cm}^2$ .

- Formación de sub-balasto

Para esta actividad se utiliza material de banco previamente autorizada, compactada en capas de 20 cm, al 95% de su P.Y.S.M.

- Desmantelamiento de vía

Consiste en el retiro de la vía existente con el uso de maquinaria adecuada, será colocada en el sitio continuo al proyecto, para su posterior reutilización cuando sea necesario se procederá al reemplazo de las vías. Se contempla el retiro de rieles, elementos de sujeción y durmientes.

- Desmantelamiento de juego de cambio no. 10 (con recobro)

Similar al desmantelamiento de la vía principal se removerá el juego de cambio, tornillos, planchuela, rieles, durmientes, clavos, agujas, bloque de talón, árboles de cambio, barra de conexión y demás elementos de sujeción. Esta actividad consiste en retirar el juego de cambio de vía para su relocalización hacia la nueva vía principal y secundarias.

- Suministro de materiales de vía

Para el armado de la vía se utilizarán durmientes de madera de 1.9 metros de longitud, clavo de vía y juegos de cambio, anclas de riel para el cuerpo de vía y juegos de cambio, placas doble hombro para cuerpo de vía y herrajes y riel de 115 lb/yd.

- Armado de vía

Armado de vía y la primera alineación de la misma, se colocan los durmientes con una separación de 50 cm cada uno, para posteriormente ir colocando el riel, se puede realizar utilizando un nivel, para que la vía vaya conforme al trazo, posteriormente se van colocando los rieles con su respectiva fijación.

Para el armado de vía se deben realizar las siguientes actividades:

- \* Descarga y distribución de balasto en góndolas balasteras propiedad del promovente.
- \* Formación de capa "screen" con material de banco previamente autorizado, compactada en capas de 20 cm al 95% de su PVSM.
- \* Instalación de planchuelas aislantes preensambladas con injertos (plugs) para riel de 115 lb/yd.,
- \* Instalación de planchuelas aislantes preensambladas 3M para riel de 115 lb/yd.
- \* Suministro y aplicación de soldaduras aluminotérmicas tipo QP para riel de 115 lb/yd.
- \* Armado de vía con durmiente de concreto 1-84, riel de 115 lbs/yd y fijación tipo RN, de acuerdo a las especificaciones de FERROMEX.
- \* Calzado, alineamiento y nivelación mecanizada de vía, de acuerdo a las especificaciones de FERROMEX.
- \* Instalación de juego de cambio No. 10 y 20 tipo Conrail, de acuerdo a las especificaciones de FERROMEX.
- \* Calzado, alineamiento y nivelación de juego de cambio No. 10 y 20 de acuerdo a las especificaciones de FERROMEX.

#### **II.2.4.5. Carpeta asfáltica para la plataforma**

##### **Riego de impregnación**

La superficie terminada de la capa de base deberá situarse a 10 cm por abajo del nivel de rasante del proyecto. Para dar por terminada esta capa se verificará el alineamiento, la sección, niveles, espesor, grado de compactación, y acabado de acuerdo a las tolerancias fijadas.

La capa de base una vez recibida y aprobada, deberá barrerse para eliminar todo el material suelto, polvo y materiales extraños que se encuentren sobre la superficie. En el caso de que la superficie se haya deteriorado o destruido por no haber sido impregnada a su debido tiempo, deberá reacondicionarse dejándola de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Posteriormente se aplicará un riego de impregnación utilizando una emulsión catiónica de rompimiento medio RL-2K a razón de 1.5 lt/m<sup>2</sup>, el cual podrá ser regado en una o dos aplicaciones. Este trabajo se realizará preferentemente en las horas de mayor temperatura ambiental.

La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y la emulsión catiónica deberá cubrir totalmente la superficie de la base. En caso de existir exceso de emulsión catiónica acumulada sobre la base, deberá retirarse con cepillos.

Sobre la base impregnada, no se permitirá ningún tipo de circulación por un lapso mínimo de 48 horas.

##### **Riego de liga.**

Cuarenta y ocho horas después de haber aplicado el riego de impregnación y sólo en caso de que la superficie se haya contaminado con polvo y materiales sueltos o extraños, se barrerá la superficie de la capa de base y se aplicará un riego de liga con una emulsión catiónica de rompimiento rápido RR-3K a razón de 1.0lt/m<sup>2</sup>.

Los materiales asfálticos mencionados deberán cumplir con los requisitos de calidad indicados.

##### **Colocación de carpeta asfáltica.**

La carpeta que coronará la sección del pavimento tendrá un espesor de 0.1 m, la cual se colocará en una de dos capas que se compactarán hasta alcanzar el 98% de su peso, determinado por el procedimiento Marshall.

El concreto asfáltico se elaborará en plantas estacionarias que deberán contar con:

- Secador con inclinación ajustable.
- Pirógrafo, para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- Cribas para clasificar el material pétreo cuando menos en dos tamaños.
- Tolvas para almacenar el material pétreo; deberán estar divididas en compartimientos para almacenar por tamaños dichos materiales.
- Dispositivos que permitan dosificar los materiales pétreos por peso.



- Equipos para calentar en forma controlada el cemento asfáltico, que garanticen que éste no será contaminado.
- Dispositivos que permitan la dosificación del cemento asfáltico, con una aproximación de + 2% de la cantidad fijada.
- Mezcladora equipada con un dispositivo para el control de tiempo de mezcla.
- Recolector de polvo.
- Dispositivos para agregar finos.

El volumen de carpeta asfáltica deberá ser calentado y secado, para que la humedad que contenga sea inferior al 1% antes de introducirlo a la mezcladora.

La temperatura del cemento asfáltico deberá estar comprendida entre 120 y 150°C, al salir de la planta de elaboración, deberá transportarse en vehículos con caja metálica, cubierta con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y pérdidas de calor durante el trayecto. La superficie interior de la caja deberá estar siempre libre de residuos de concreto asfáltico, para evitar que la mezcla se adhiera a la misma.

Con la frecuencia necesaria deberá limpiarse perfectamente todas aquellas partes de la máquina que hayan podido quedar con residuos de mezcla.

Previamente, se fijará a la longitud máxima de los tramos en que podrá tenderse el concreto asfáltico, de acuerdo con el equipo de compactación que se disponga, y de la temperatura ambiente durante las horas laborables.

El concreto asfáltico deberá suministrarse, a obra con temperatura mínima de 120°C. La mezcla deberá vaciarse sobre la base ya con riego de liga y ser inmediatamente tendida en el espesor y anchos fijados en el proyecto.

El concreto deberá tenderse con maquinaria especial la cual contará con dispositivos tales que permitan ajustar el espesor y el ancho de la mezcla tendida, así como con un sistema que permita repartir uniformemente la mezcla sin que se presente segregación por tamaños. Dicha maquinaria deberá estar dotada de un calefactor en la zona de acabado superficial. La velocidad de la máquina debe regularse de manera que el tendido siempre sea uniforme en espesor y acabado.

Inmediatamente después del tendido el concreto asfáltico, deberá plancharse uniformemente por medio de una aplanadora, adecuada para dar un acomodo inicial; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda. A continuación, se compactará el concreto asfáltico utilizando compactadores de llantas neumáticas, adecuados para alcanzar un mínimo de 98% de su peso volumétrico, respecto al patrón de compactación Marshall. Inmediatamente después se empleará una compactadora de rodillo liso, adecuada para borrar las huellas que dejan los compactadores de llantas neumáticas.

Durante la compactación el rodillo liso o el compactador neumático, deberán moverse paralelamente al eje de la vialidad, realizando el recorrido de las orillas de la carpeta hacia el centro. En el caso de

curvas el rodillo deberá moverse paralelamente al eje de la vialidad desde el interior hacia el exterior de las curvas.

La temperatura del concreto asfáltico, al iniciarse el tendido, deberá ser de 100 a 110°C; en general la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura superior a 90°C.

No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una superficie húmeda encharcada o cuando esté lloviendo.

Las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se haga en dos o más fajas, con un intervalo de más de un día entre faja y faja, deberán impregnarse de preferencia con cemento asfáltico o con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente faja.

Las juntas de construcción transversales deberán recortarse aproximadamente a 45° antes de iniciar el siguiente tendido y deberán impregnarse con cemento asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido del siguiente tramo.

#### ***II.2.4.6. Colector para drenaje pluvial***

Las aguas pluviales captadas en las zonas libres de derrames serán canalizadas hacia el sistema de drenaje pluvial que incluirá una serie de fosas de sedimentación, con el objeto de atrapar los sólidos del sitio del proyecto, el agua colectada por esta obra hidráulica será conducidas para descarga a los drenajes naturales del sitio del proyecto, se estima la construcción de 4,000 metros lineales para el desarrollo de esta obra.

#### ***II.2.4.7. Confinamiento***

Esta obra consiste en la delimitación de forma permanente el sitio del proyecto con la construcción de un murete de piedra en la base de cimentación y la colocación de malla o cerca perimetral (malla ciclónica) en una longitud de 6,500 metros lineales, esta obra se construirá en lado izquierdo del proyecto, del lado que colinda con la autopista Manzanillo-Guadalajara para dar seguridad y confinamiento al Patio Tepalcate, con una altura mínima de 2.00 m.

#### ***II.2.4.8. Acceso carretero a la terminal***

Esta obra consiste en la construcción de los accesos al sitio del proyecto, así como los carriles de desacelere para el ingreso de los tractocamiones de carga, los carriles de acelere para la incorporación de los vehículos hacia la autopista Manzanillo-Guadalajara (No. 200D). Las obras en general se describen a continuación.

---

### **Cuerpo de terraplén.**

El cuerpo de terraplén se construirá en los casos donde por requerimientos viales éste sea necesario para alcanzar el nivel de la rasante del proyecto.

Se colocará sobre el terreno natural una vez que la cama de corte haya recibido el tratamiento indicado en la etapa anterior.

La altura del terraplén variará de acuerdo al proyecto de perfil, se tenderá y colocará en capas con espesor máximo de 30 cm, compactándose al 90% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.), respecto a la prueba proctor estándar (E.C.=6.04 kg-cm/cm<sup>3</sup>).

El cuerpo de terraplén se formará con materiales que cumplan los requisitos de calidad y provenientes de bancos de materiales. Dichos bancos aún no están definidos, debido a que la mayoría de las veces la empresa contratista cambia la ubicación de la extracción, sin embargo, la empresa contratista que ejecute la obra será la responsable de tramitar las autorizaciones en materia de impacto ambiental de dichos bancos de materiales.

La superficie terminada del cuerpo de terraplén deberá situarse a 70 cm por abajo del nivel restante del proyecto.

### **Colocación de la capa de subrasante.**

La capa subrasante se formará por un material que cumpla con los requisitos de calidad. El material seleccionado deberá ser oreado y homogeneizado previo a su utilización.

La capa subrasante tendrá un espesor de 30 cm, y se tenderá en dos capas que se compactarán hasta alcanzar el 100% de su peso volumétrico seco máximo, según la norma AASHTO estándar T99-74 variante "a" (E.C.=6.04 kg-cm/cm<sup>3</sup>), se utilizará un rodillo liso vibratorio.

El material utilizado se tenderá y compactará con una humedad cercana a la óptima preferentemente del lado seco de la curva de compactación. En caso de ser necesario para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se podrán dar riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure dicho proceso.

La superficie de la capa subrasante compactada deberá situarse 40 cm por debajo del nivel rasante que se indica en el proyecto de vialidad.

Para dar por terminada esta capa, se verificará el alineamiento, la sección niveles, espesor, grado de compactación, y acabado de acuerdo a las tolerancias fijadas de esta especificación.

### **Colocación de la capa de base hidráulica.**

La capa de base hidráulica se construirá con materiales granulares que cumplan con los requisitos de calidad indicados.

La capa de base hidráulica tendrá un espesor compacto de 30 cm, se tenderá y compactará en una capa hasta alcanzar el 100% de su peso volumétrico seco máximo, según la norma AASHTO modificada T180-74, variante "D" (E.C.=27.35 kg-cm/cm<sup>3</sup>), se utilizará un rodillo liso vibratorio.

El material utilizado se tenderá y compactará con una humedad cercana a la óptima preferentemente del lado seco de la curva de compactación.

En caso de ser necesario para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se podrán dar riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure dicho proceso.

Los riegos de impregnación, riego de liga y colocación de la capeta asfáltica será como se describió en el punto de la colocación de la carpeta asfáltica para plataformas.

#### **II.2.4.9. Trabajos complementarios**

Los trabajos complementarios son aquellas construcciones de obras nuevas o cambios a las existentes para el correcto funcionamiento del proyecto "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668" y lograr los objetivos planteados en dicha ampliación, los trabajos complementarios a ejecutar serán:

- Reubicación de línea eléctrica paralela en el derecho de vía
- Guarniciones para protección de las vías y límite de plataforma
- Construcción de roderas para grúa de marco
- Cruce a nivel para grúa de marco
- Balizamiento en plataforma

#### **II.2.4.10. Instalaciones**

##### **Oficinas, bodegas y talleres en general**

Las instalaciones son edificios en los cuales se desarrollarán actividades administrativas y operativas, como los espacios de trabajo para las áreas de trabajo de mantenimiento, dirección, administración comercial, área de recepción, sala de juntas, sanitarios, talleres, baños, vestidores, control de acceso, sistema de vigilancia, bodega, separación para hombres y mujeres de sanitarios, también lo conforma el cuarto de operación, cuarto de telecomunicaciones. Se considera el acondicionamiento y/o ventilación de los espacios de acuerdo a los códigos y normas establecidos, así como el diseño de iluminación artificial dentro de los niveles mínimo recomendados.

##### **Almacén de Residuos Peligrosos**

El edificio de residuos peligrosos cuenta con un área aproximada de 41 m<sup>2</sup>, en el cual se concentrarán actividades de acopio y almacenamiento de residuos peligrosos (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos). Está conformado de un cuarto dividido físicamente por una malla ciclónica de acero galvanizado para la separación de materiales peligrosos ya que deben ser almacenados por grupos de sustancias químicas compatibles para prevenir reacciones peligrosas,

cuenta con una fosa de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.

### Caseta de Vigilancia

Las casetas de vigilancia y acceso son de un solo nivel con un área aproximada de 1,107 m<sup>2</sup> dividida en 5 edificios, en los cuales se concentrarán actividades control de acceso peatonal y vehicular. Las áreas que lo conforman serán los siguientes: área de control principal con módulos de trabajo de dos usuarios. El diseño incluye el área de servicios (sanitario). Se considera el acondicionamiento y/o ventilación de los espacios de acuerdo a los códigos y normas establecidos, así como el diseño de iluminación artificial dentro de los niveles mínimo recomendados.

#### II.2.4.11. Sistema telecomunicaciones

Se considera vital para la operación de la terminal intermodal la construcción de un sistema de telecomunicaciones y un sistema de videovigilancia de las instalaciones en general, dando seguridad a los operarios y el general al personal con acceso al sitio del proyecto, este sistema consistirá en dos obras en particular:

- Equipamiento para telecomunicaciones
- Sistema de CCTV

#### II.2.4.12. Instalación de señales

Estas obras son generalmente el conjunto de tableros instalados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas o símbolos que tienen por objetivo regular el uso de las instalaciones, de la vialidad, indicar los principales destinos, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la operación de la terminal intermodal. Pueden colocarse de forma elevada (con una altura libre mayor a 5.5 metros) o bien bajas, fijas en postes de forma paralela a la carretera.

Adicional a los tableros existen marcas en el pavimento, estas son el conjunto de rayas, símbolos y letras que se pintan o colocan sobre el pavimento, con el objeto de delinear las características geométricas de las vialidades, regular y canalizar el tránsito vehicular, así como proporcionar información visual a los usuarios.

Tabla 10. Clasificación de los señalamientos.

CLASIFICACIÓN	TIPOS DE MARCAS
SP	Señales preventivas
SR	Señales restrictivas
SI	Señales informativas
SII	Señales informativas de identificación
	De nomenclatura
	De ruta
SID	De kilometraje
	Señales informativas de destino
	Previas
	Diagramáticas



CLASIFICACIÓN	TIPOS DE MARCAS
	Decisivas
	Confirmativas
SIR	Señales informativas de recomendación
SIG	Señales de información general
STS	Señales turísticas y de servicios
SIT	Señales turísticas
SIS	Señales de servicio
OD	Señales diversas
OD-5	Indicadores de obstáculos
OD-6	Indicadores de alineamiento
OD-8	Reglas y tubos guía para vados
OD-12	Indicadores de curvas peligrosas

## II. 2.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### I.3.2.4.1 Operación

Una Terminal Intermodal de carga es el lugar en el que se lleva a cabo la transferencia de mercancía de más de un tipo de transporte, para nuestro caso significará el paso de ferrocarril a tráileres y viceversa a través de contenedores o cajas de tráileres y de "road railers" para que los costos de transportación sean más bajos y el servicio de transportación de mercancías sea más eficiente.

En la operación las actividades que se llevarán a cabo son las siguientes: carga-descarga y almacenamiento de contenedores y cajas de tráiler, los cuales serán realizadas de acuerdo a la demanda del servicio que exista. La descripción general de los procesos y operaciones principales de estas actividades es el siguiente:

**Chasis:** por este medio, los contenedores se retendrán en el estacionamiento para lo cual se requiere que la grúa los descargue del ferrocarril a un chasis (plataforma) que posteriormente será remolcada por un camión Hostler hasta el estacionamiento donde permanecerán entre 12 y 24 hrs. en estiba hasta su carga al tractocamión que los llevará a su destino final.

**Tractocamión:** la grúa descargará los contenedores del ferrocarril directamente al Tractocamión que los transportará directamente a su destino final.

**Piso:** Esta operación la realiza cuando la grúa descarga los contenedores y/o los tráileres del ferrocarril y los dispone directamente en el lugar donde serán estacionados en espera del transporte que los conducirá a su destino final.

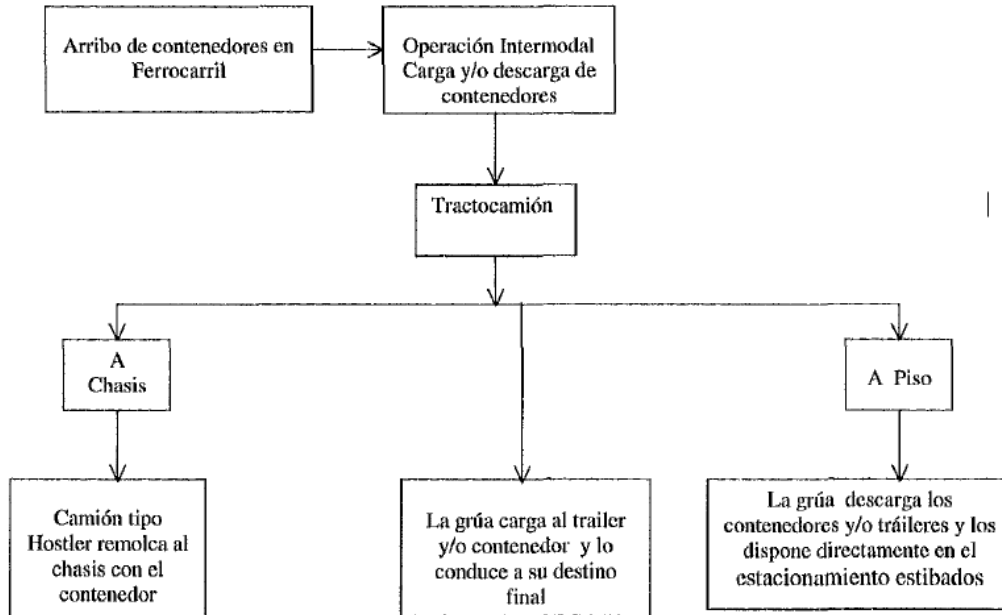


Figura 9. Diagrama de flujo de arribo de contenedores por ferrocarril.

**Arribo de contenedores por tierra (autotransporte):** El tractocamión arriba con los contenedores o tráileres a la terminal y éstos son estacionados en un sitio determinado de acuerdo a la logística que se establezca, una vez realizado el paso anterior:

Se cargan al tren y directamente son descargados del chasis o plataforma y la misma grúa los carga en ese momento al ferrocarril.

Se bajan a piso y la grúa los descargará del tractocamión y los dispone en chasis, de tal forma que los camiones tipo Hostler puedan remolcarlos hasta el estacionamiento, donde también permanecerán 12 o 24 hrs. en doble o triple estiba hasta ser retirados por el ferrocarril.

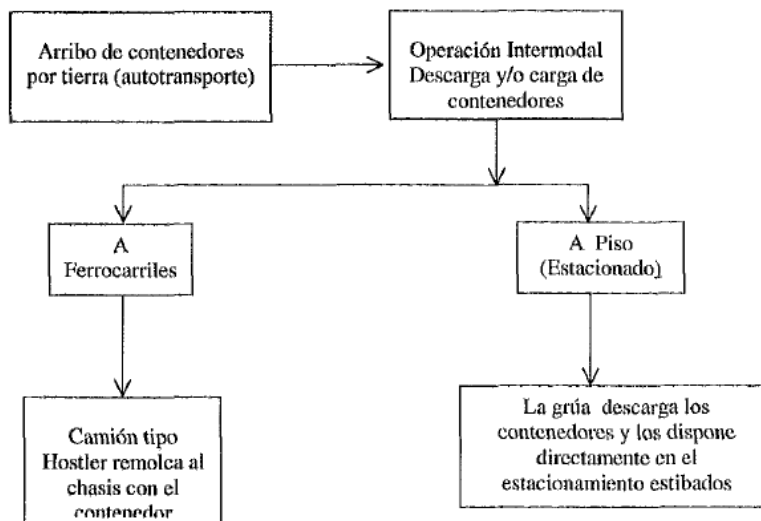


Figura 10. Diagrama de flujo de arribo de contenedores por tierra (autotransporte)

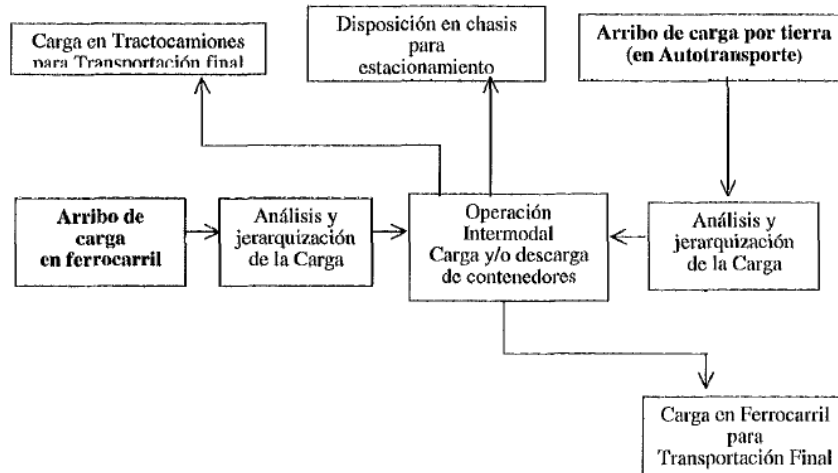


Figura 11. Diagrama general del proceso de operación.

#### I.3.2.4.2 Mantenimiento

Las instalaciones que conforman el proyecto que requieren mantenimiento son: Fosas sépticas, Separador de grasas y aceites, vías férreas, zona de estacionamiento o plataforma, señalizaciones, colector de drenaje pluvial. Hasta el momento no se cuenta con un programa de mantenimiento establecido, ya que el promovente será el encargado de documentarlo e implementarlo de acuerdo a sus necesidades operativas.

Calendarización desglosada de los equipos y obras que requieren mantenimiento.

- Fosas sépticas y Separador de grasas y aceites se estima dar mantenimiento aproximado cada 6 meses. El colector de drenaje pluvial requerirá sobre todo limpiezas de basura y azolves cada tres meses.
- Fosas de sedimentación del colector pluvial para el retiro de los sólidos atrapados, esta actividad se deberá realizar bimestralmente durante la época de lluvias (julio a noviembre)
- Para las vías férreas y la zona de estacionamiento o plataforma el tiempo estimado es de 3 años.
- Para el equipo que operará en la terminal como son los camiones y grúas, el mantenimiento se realizará cuando sea necesario y no habrá muchos problemas porque el taller de reparaciones estará dentro del proyecto.

En este punto principalmente se contemplan reparaciones a las obras "vías, y zona de estacionamiento", para las primeras retirar rieles, durmientes, cambios de vías y/o pernos de anclaje, y para la segunda colocar material base emulsionado.

Para el equipo como grúas y camiones se realizarán reparaciones sencillas como el cambio de aceite y filtros, lo que generará residuos sólidos y líquidos los que serán retirados y dispuestos por alguna compañía que será contratada para estos fines.

---

El mantenimiento de la infraestructura ferroviaria se da periódicamente según se requiere.

## II.2.6. ABANDONO DEL SITIO

La vida útil del proyecto es de al menos 50 años según la concesión otorgada por el gobierno mexicano para explotar este bien, sin embargo, existe la posibilidad de alargarse mediante la elaboración de otro contrato, por lo que la Federación continuará con la operación ferroviaria de manera permanente e indefinida por tratarse de un servicio público de transporte. Por lo que no se contempla una etapa de abandono del sitio

## II.2.8. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

Durante las diferentes etapas del proyecto se generan diversos tipos de residuos tanto sólidos, líquidos, los cuales se describen en el presente apartado.

### II.2.8.1. Residuos sólidos

Los principales residuos que se generarán durante las etapas del proyecto serán desechos producto del material vegetal originados del desmonte, tanto las ramas de los árboles, como los árboles y arbustos serán picados, triturados y serán a ser dispuestos en montículos con su posterior retiro a un relleno autorizado o podrán ser depositados en áreas aledañas al proyecto para su incorporación como materia orgánica al suelo.

Además de residuos de alimentos, botellas de plástico, latas de aluminio, entre otros que no representen peligro al ambiente, se contará con contenedores donde serán colectados y posteriormente se pondrán a disposición del servicio de limpia del municipio.

Los residuos que se generen en la construcción, como pueden ser pedacearías de madera de los contenedores de carga o demás materiales, serán depositados en los contenedores y posteriormente tratados conforme la normatividad aplicable.

### II.2.8.2. Residuos líquidos

En cuanto a la generación de residuos líquidos, estos serán producidos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto por la generación de aguas residuales de los sanitarios portátiles, de los cuales el manejo, recolección y disposición correrá a cargo de la empresa que sea contratada para dar este servicio.

---

## II.2.9. SUSTANCIAS PELIGROSAS

Sustancia peligrosa es aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, a los bienes y/o al medio ambiente. Bajo este entendido, las sustancias que pueden ser consideradas como peligrosas para el presente proyecto son gasolina, diésel y derivados del petróleo, usadas principalmente para el funcionamiento de los vehículos y maquinaria a utilizar, los cuales serán manejados de acuerdo con la normatividad vigente aplicable.

## II.2.10. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

### II.2.10.1. Emisión de gases

En lo referente a la emisión a la atmósfera, estos están representados por los gases que generen los vehículos y maquinaria utilizados; los cuales se prevé mantener por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, y la Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos ambas publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

### II.2.10.2. Emisión de ruido

Las emisiones de ruido consisten únicamente en las que generen los mismos vehículos y la maquinaria, los cuales se prevé estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la Norma Oficial Mexicana 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, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.



# Capítulo III

## CONTENIDO

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO</b> .....	1
III.1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	1
III.2. VINCULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICOS TERRITORIALES .....	2
III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).....	2
III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE COLIMA	12
III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	20
III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	20
III.3.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS) .....	21
III.3.3. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP).....	22
III.3.4. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP) .....	23
III.3.5. SITIOS RAMSAR .....	25
III.4. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO.....	27
III.4.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024.....	27
III.4.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE COLIMA 2016-2021 .....	28
III.4.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE MANZANILLO 2018 - 2021.....	29
III.4.4. PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 .....	30
III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	31
III.6. OTROS INSTRUMENTOS LEGALES QUE RIGEN EL PROYECTO .....	34
III.6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.....	34
III.6.2. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE COLIMA .....	36
III.6.3. LEYES FEDERALES VIGENTES .....	37
III.6.4. LEYES ESTATALES .....	49
III.6.5. REGLAMENTOS MUNICIPALES .....	52

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA 119. ....	4
TABLA 2. RECTORES DE DESARROLLO PARA LA UAB 119.....	4
TABLA 3. ESTRATEGIAS SECTORIALES DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO. ....	5
TABLA 4. ESTRATEGIAS SECTORIALES DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA. ....	6
TABLA 5 ESTRATEGIAS SECTORIALES DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL. ....	6
TABLA 6. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS APLICABLES.....	7
TABLA 7. SUPERFICIE DEL PROYECTO EN CADA UGA DEL PROET. ....	15
TABLA 8. UGA, POLÍTICA AMBIENTAL Y CRITERIOS DONDE SE UBICA EL PROYECTO.....	15
TABLA 9. CLAVE Y TIPO DE CRITERIOS CONSIDERADOS EN EL PROET.....	16
TABLA 10. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS DE LA UGA 50 Y 52. ....	16
TABLA 11. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA RHP 25 RIO PURIFICACIÓN-MANANTLÁN. ....	24
TABLA 12. EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. ....	27
TABLA 13. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016 – 2021 DE COLIMA.....	28
TABLA 14. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON EL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE MANZANILLO 2018 - 2021.....	29
TABLA 15. NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE AL PRESENTE PROYECTO.....	32
TABLA 16. ARTÍCULOS CONSTITUCIONALES VINCULADOS CON EL PROYECTO. ....	36

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 . ORGANISMOS TERRITORIALES Y SECTORIALES PRESENTES EN EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO. ....	2
FIGURA 2 . UNIDADES BIOFÍSICAS AMBIENTALES DEL TERRITORIO NACIONAL (UAB).....	3
FIGURA 3. UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICAS EN LA QUE SE UBICA EL PROYECTO.....	5
FIGURA 4 . PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EXPEDIDOS CON O SIN LA PARTICIPACIÓN DE SEMARNAT JUNIO DE 2015. ....	12
FIGURA 5. POET MUNICIPIO DE MANZANILLO DONDE SE UBICA EL PROYECTO. ....	14
FIGURA 6. UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA QUE SE UBICA EL PROYECTO.....	15
FIGURA 7 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ....	21
FIGURA 8 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS AICAS.....	22
FIGURA 9 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RTP .....	23
FIGURA 10 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS RHP.....	25
FIGURA 11 . UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A SITIOS RAMSAR.....	26

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

#### **III.1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

El concepto de Ordenamiento Territorial se refiere a la regulación y orientación de la disposición geográfica, en un espacio determinado ubicado en el territorio nacional, de las actividades productivas y las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales, de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población.

El ordenamiento ecológico proporciona al ordenamiento territorial un diagnóstico de la estructura y dinámica del estado de los recursos naturales, una evaluación de los conflictos, las potencialidades y las propuestas de uso de suelo, con sus políticas y criterios ambientales.

Por otro lado, el ordenamiento ecológico es un instrumento normativo básico que se apoya en la evaluación del impacto ambiental, donde la consolidación operativa de estos dos instrumentos permite un acercamiento a los criterios de sustentabilidad del desarrollo regional.

De manera general, el ordenamiento ecológico es la base para los planes y programas de desarrollo y es un instrumento de la política ambiental requerido por las instituciones y la sociedad, porque:

- a) Permite dar coherencia a las políticas institucionales, de administración y gestión del territorio, en particular en la coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno, y contribuye a conciliar los intereses de conservación de los recursos naturales con los de crecimiento económico derivados de los programas sectoriales de fomento económico, desarrollo urbano e infraestructura, agrícola, ganadero, entre otros, sobre una misma plataforma de información, siendo de importancia estratégica para la solución de conflictos (figura 1).
- b) Simplifica y apoya la aplicación de otros instrumentos de la política ambiental, como la planeación ambiental, la evaluación de impacto ambiental, la regulación ambiental de los asentamientos humanos, las normas oficiales mexicanas, la investigación y educación ecológica.



Figura 1 . Organismos territoriales y sectoriales presentes en el Programa de Ordenamiento Ecológico.

La interrelación entre los aspectos naturales, sociales y económicos tiene un papel muy importante en el ordenamiento ecológico, pues en el funcionamiento integral de sus variables es fundamental la periodicidad de los procesos, los estilos de desarrollo económico, el marco institucional, las formas de producción y el uso de tecnología, entre otros.

## III.2. VINCULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICOS TERRITORIALES

### III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El programa de ordenamiento ecológico general del territorio incluye la **regionalización del territorio nacional**, donde se señalan las áreas de atención prioritaria con sus respectivos lineamientos y estrategias ecológicas, así como las áreas de aptitud sectorial (**Artículo 26** del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, última reforma publicada DOF, 28-09-2010).

Asimismo, el artículo 7 del reglamento, que hace referencia al ordenamiento ecológico de competencia federal deberá contener, entre otros puntos, el modelo de ordenamiento ecológico que contenga la **regionalización** o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio, y en su caso, su decreto de expedición.

En este sentido el Artículo 22 donde se describe el objeto del POEGT, deberá dar cumplimiento a la **regionalización ecológica** del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial,

conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley.

La base para dicha regionalización ecológica comprende unidades territoriales las cuales se integran a partir de los siguientes medios biofísicos:

- 1) Clima
- 2) Relieve
- 3) Vegetación y
- 4) Suelo

La interacción de estos medios determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Obteniéndose bajo este principio la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2, 000,000 (figura 2).

Por lo tanto, la Unidad Ambiental Biofísica es una región ecológica o unidad del territorio nacional que comparten características ecológicas comunes (misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental).

De acuerdo con Dumaski y Craswell, 1998, una UAB es una unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación.

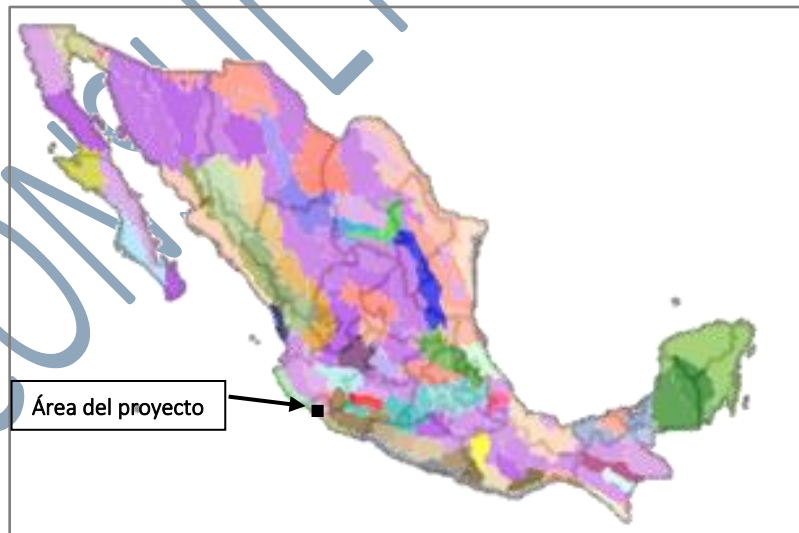


Figura 2 . Unidades Biofísicas Ambientales del territorio nacional (UAB).

De acuerdo con la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) el área del proyecto se ubica en la UAB 119. En la siguiente tabla se presentan sus características.

**Tabla 1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 119.**

<b>UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA:</b>	
<b>119. Lomeríos de las Costas de Jalisco y Colima</b>	
	<b>Localización:</b> Franja oeste de Jalisco.
	<b>Superficie en km<sup>2</sup>:</b> 6,787.58
	<b>Población Indígena:</b> Sin presencia
	<b>Población Total:</b> 266,782 hab.
	<b>Escenario al 2033:</b> Inestable a crítico
	<b>Política Ambiental:</b> Protección, aprovechamiento sustentable y restauración.
<b>Prioridad de Atención:</b> Media.	<b>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</b> <b>Inestable. Conflicto Sectorial Medio.</b> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Baja. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial: Sin información. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 12.5. Media marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

**Tabla 2. Rectores de desarrollo para la UAB 119.**

UAB	RECTORES DE DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
119	Preservación de Flora y Fauna-Turismo	Forestal Minería	Agricultura - Ganadería	CFE - SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 33, 36, 37, 42, 43, 44

En la figura 3 se muestra la ubicación de la unidad ambiental biofísica a la que pertenece el área del proyecto.



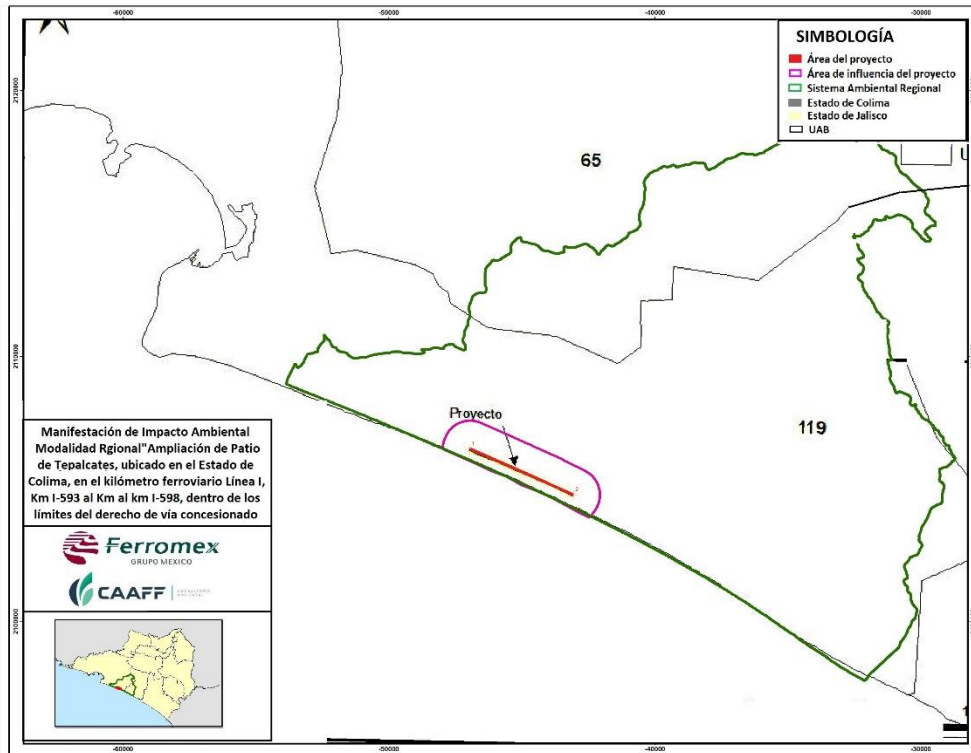


Figura 3. Unidad ambiental biofísicas en la que se ubica el proyecto.

Las estrategias establecidas para la UAB 119 son 29, distribuidas de la siguiente forma; 21 dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, 5 Estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y 3 dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En la siguiente tabla, se presentan las estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio que aplican en la UAB 119.

Tabla 3. Estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.

GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO	
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
	2. Recuperación de especies en riesgo.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.
	10. Reglamentar, para su protección el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.
	12. Protección de los ecosistemas.
D) Restauración	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

<b>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</b>	<b>15.</b> Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
	<b>15 bis.</b> Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
	<b>19.</b> Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.
	<b>20.</b> Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.
	<b>21.</b> Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
	<b>22.</b> Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
	<b>23.</b> Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

De la misma manera las estrategias dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana de la UAB 119 se describen a continuación.

**Tabla 4. Estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.**

<b>GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA</b>	
<b>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</b>	<p><b>30.</b> Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p> <p><b>31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p>
<b>E) Desarrollo Social</b>	<p><b>33.</b> Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p><b>36.</b> Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p><b>37.</b> Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p>

Las estrategias sectoriales dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional que aplican en la UAB se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Estrategias sectoriales Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.**

<b>GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL</b>	
<b>A) Marco Jurídico</b>	<b>42.</b> Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
<b>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	<p><b>43.</b> Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p><b>44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>

De acuerdo con las estrategias sectoriales de la unidad ambiental biofísica donde se ubica el proyecto, a continuación, se presenta la vinculación aplicable con los trabajos de remoción de vegetación por la realización del presente proyecto.

Tabla 6. Vinculación del proyecto con las estrategias ecológicas aplicables.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El presente proyecto propone entre sus medidas de mitigación el rescate y reubicación de flora y fauna, con la finalidad de mitigar los impactos ambientales que se generen con el desmonte, y de esta manera conservar parte de la biodiversidad y el ecosistema.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Es importante mencionar que, en el muestreo realizado en el área del proyecto, no se tuvo registro de especies de flora listadas la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se plantean acciones de rescate para las especies de importancia ecológica.  En lo que respecta a las especies de fauna, se tuvo registro de 2 especies en la NOM-059 en el área del proyecto (AP), <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> y <i>Ctenosaura pectinata</i> registradas en protección especial (Pr) y amenazada (A) respectivamente.  En el sistema ambiental regional se registró 6 especies, 4 en Protección especial (Pr) las culeas son: <i>Eupsittula canicularis</i> , <i>Crotatus basiliscus</i> , <i>Iguana iguana</i> y <i>Aspidoscelis lineattissimus</i> ; 2 en estado de amenazada (A): <i>Masticophis Anthony</i> y <i>Ctenosaura pectinata</i> de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo cual, se proponen actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, para evitar algún tipo de afectación.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Este criterio es vinculante, ya que para conocer la vegetación que resultará afectada, se realizó un muestreo de la biodiversidad en el área donde se pretende realizar el desmonte tener un análisis de las condiciones ecosistémicas del lugar.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p>	<p>El proyecto contempla el aprovechamiento sustentable del arbolado ya que únicamente se realizará la remoción dentro del derecho de vía, además de que se implementarán actividades de reforestación y reubicación de flora con la finalidad de compensar la cobertura reducida por efectos del proyecto. <b>El proyecto propone un área de reforestación de 10 ha como parte de la compensación.</b></p> <p>Así mismo, es importante mencionar que, la madera producto de las actividades de CUSTF se utilizará en obras de conservación de suelos y el resto será entregado al Ayuntamiento de Manzanillo (la manifestación de impacto ambiental ampara el aprovechamiento de los productos derivados del desmonte con los permisos de extracción correspondientes).</p>
	<p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p>	<p>El presente proyecto no es vinculante, ya que no existirá aprovechamiento de suelos agrícolas y pecuarios.</p>
	<p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p>	<p>La estrategia no es vinculante con el proyecto.</p>
	<p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p>	<p>El proyecto contempla el aprovechamiento sustentable del arbolado ya que únicamente se realizará la remoción dentro del derecho de vía, además de que se implementarán actividades de reforestación y reubicación de flora con la finalidad de compensar la cobertura reducida por efectos del proyecto. <b>El proyecto propone un área de reforestación de 10 ha como parte de la compensación.</b></p> <p>Así mismo, es importante mencionar que, la madera producto de las actividades de CUSTF se utilizará en obras de conservación de suelos y el resto será entregado al Ayuntamiento de Manzanillo (la manifestación de impacto ambiental ampara el aprovechamiento de los productos derivados del desmonte con los permisos de extracción correspondientes).</p>
	<p>8. Valoración de los servicios ambientales</p>	<p>Se contempla la valoración de los servicios ambientales, determinando el grado de afectación y proponiendo medidas ambientales para su compensación.</p>

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p><b>9.</b> Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</p>	<p>El proyecto no contempla el aprovechamiento del acuífero.</p> <p>Se proponen una serie de actividades para la conservación de suelos, que a su vez permitirán la captación de agua, y así no alterar el equilibrio de cuencas y acuíferos. Es importante mencionar que el acuífero al que pertenece el área del proyecto no presenta déficit de recurso hídrico.</p>
	<p><b>10.</b> Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.</p>	<p>Esta estrategia no se vincula con el proyecto.</p>
	<p><b>11.</b> Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.</p>	<p>El proyecto no se vincula con esta estrategia.</p>
	<p><b>12.</b> Protección de los ecosistemas.</p>	<p>Como parte de las medidas de mitigación se plantea un programa de conservación de suelo y agua, un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, así como una propuesta de reforestación en áreas estratégicas para la protección del ecosistema.</p>
	<p><b>13.</b> Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	<p>Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto.</p>
	<p><b>14.</b> Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>	<p><b>El proyecto propone un área de reforestación de 10 ha como parte de la compensación.</b> Con lo que se busca compensar la pérdida de la cubierta vegetal que sea afectada por el CUSTF, además de realizar acciones de restauración ambiental (obras de conservación de suelos y/o control de escurrimientos, reforestación y rescate y reubicación de flora).</p>
	<p><b>15.</b> Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p>	<p>Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto.</p>

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p><b>15 bis.</b> Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p>	<p>El proyecto no se vincula con instrumentos de política del sector minero</p>
	<p><b>19.</b> Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p>	<p>El proyecto no se vincula con instrumentos de política del sector eléctrico.</p>
	<p><b>20.</b> Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</p>	<p>Se respetará la normatividad correspondiente a la emisión de gases a la atmósfera con la finalidad de estar en concordancia con la estrategia planteada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015.</li> <li>✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003.</li> <li>✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SEMARNAT-2017.</li> <li>✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2017.</li> </ul>
	<p><b>21.</b> Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p>	<p>El proyecto no se vincula con instrumentos de política del sector turístico.</p>
	<p><b>22.</b> Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p>	
	<p><b>23.</b> Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</p>	
<p>Grupo II. Dirigidas al</p>	<p><b>30.</b> Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p>	<p>El proyecto no se vincula con la implementación de carreteras.</p>



GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p><b>31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p>	<p>El fortalecimiento de la Red ferroviaria permite impulsar el desarrollo de la ciudad de Manzanillo, la cual está estrechamente vinculada con el movimiento de carga resultado de la intensa actividad del puerto.</p>
	<p><b>33.</b> Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p>	<p>Con la apertura de este proyecto, los pobladores locales tendrán acceso a nuevas oportunidades laborales, desarrollando capacidades para la participación social.</p>
	<p><b>37.</b> Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p>	<p>La integración de este grupo social será considerada para empleos temporales, como en actividades de reforestación y rescate de flora y fauna, así como, en la elaboración de obras de conservación y restauración de suelo y agua.</p>
<p>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</p>	<p><b>42.</b> Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>	<p>Es importante mencionar que se cuenta con la concesión otorgada por el Gobierno Federal por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en Favor de Ferrocarril Mexicano S. A. de C. V.</p>
	<p><b>43.</b> Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p>	<p>Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto a realizar.</p>
	<p><b>44.</b> Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>	<p>El proyecto se vincula con esta estrategia en el sentido de que se considera y se apega a la normatividad, y planes de los ordenamientos ecológico – territoriales aplicables. Es decir, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio; el Programa de Ordenamiento Ecológico Y Territorial del Estado de Colima; y el Programa Regional de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuytlán.</p>

### III.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE COLIMA

De acuerdo con los Ordenamientos Ecológicos decretados en el Diario Oficial de la Federación (DOF), hasta junio de 2015, existen 71 ordenamientos a nivel local y 45 ordenamientos a nivel regional.

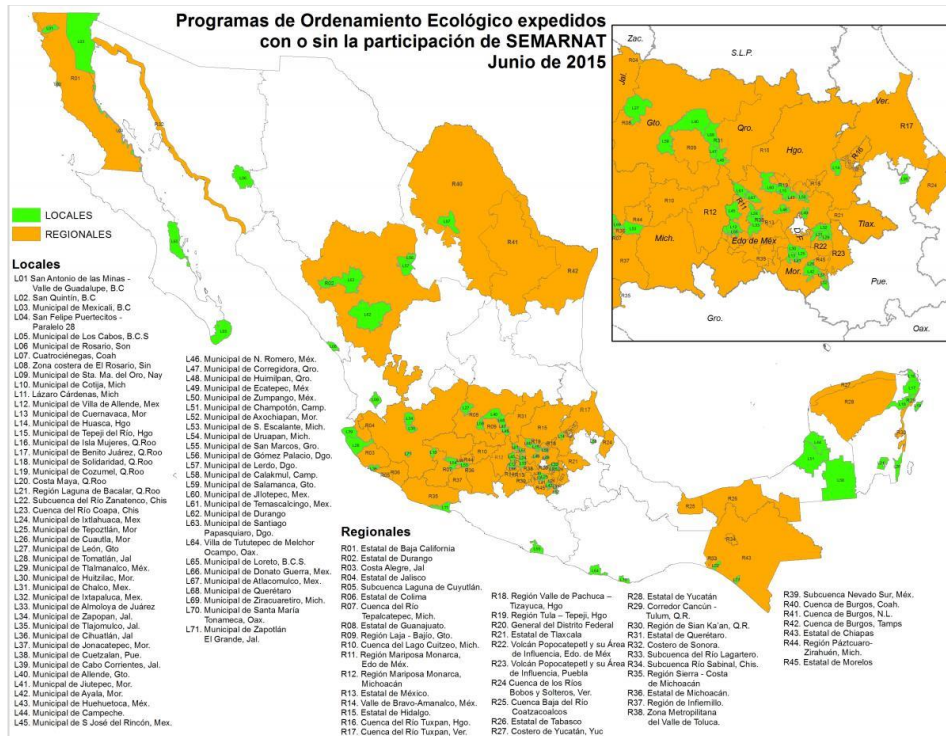


Figura 4 . Programas de ordenamiento Ecológico expedidos con o sin la participación de SEMARNAT junio de 2015.

De acuerdo con la figura anterior, en el Estado de Colima (y en específico para el área donde se encuentra el presente estudio) se identificó que el área del proyecto está influenciada por el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima, así mismo, del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán.

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima es el instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable, dirigido a evaluar y programar el uso del suelo, las actividades productivas y el manejo de los recursos naturales en el territorio estatal y las zonas sobre las que el estado ejerce su soberanía y jurisdicción, esto para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

El principal producto del POET es el modelo de ordenamiento (decretado en 2012), el cual se integra por una serie de Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con una política ambiental general (meta) que a su vez cuenta con directrices (lineamientos y criterios) a seguir para alcanzar la meta o el estado deseable.

Derivado del análisis del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima, y de la revisión de los lineamientos y acciones ambientales definidos para las Unidades de Gestión Ambiental en que se localiza el proyecto, se determinó que se localiza en la UGA 88 "Laguna de Cuyutlán". En el caso particular de la UGA 88, se menciona que se debe seguir la política general, lineamientos, usos, criterios, estrategias y acciones de las UGA del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán.

### *III.2.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Manzanillo*

Es el instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable dirigido a evaluar y programar el uso del suelo, las actividades productivas y el manejo de los recursos naturales en el territorio municipal y las zonas sobre las que el municipio ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

Tiene por objeto evaluar y programar desde la actual perspectiva ambiental y con las herramientas de vanguardia, los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales, con el desarrollo urbano y rural, así como con las actividades económicas que se realicen sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar

El modelo de ordenamiento ecológico está compuesto por una serie de elementos que lo conforman en su conjunto: la visión de desarrollo establecida para el municipio, un conjunto de Unidades de Manejo Ambiental (UGA's), destinos de uso del suelo o políticas para cada una de éstas, estrategias ambientales y criterios de regulación ecológica que interpretan la política e indicadores de cumplimiento. En este sentido, el proyecto se localiza en la UGA 34 "Subcuenca Laguna de Cuyutlán".

Derivado de lo anterior, se ubica al Proyecto en la UGA-34 del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Manzanillo, y de acuerdo con el modelo de ordenamiento ecológico, para dicha UGA se aplicarán las políticas del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán.

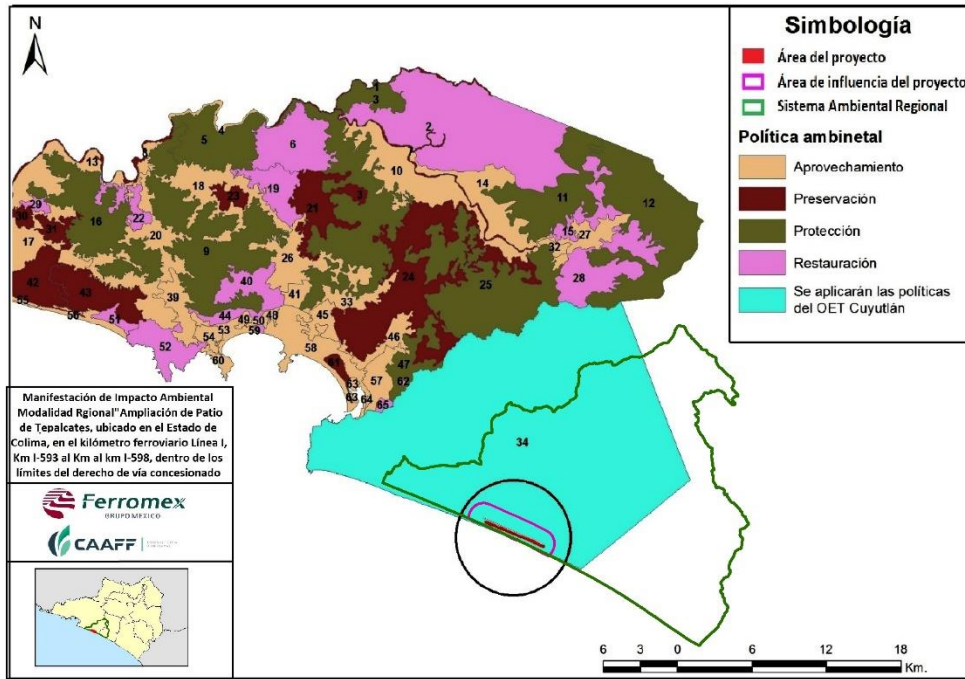


Figura 5. POET Municipio de Manzanillo donde se ubica el proyecto.

### III.2.2.2. Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán

El Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán fue expedido el 5 de junio de 2003, el cual funge como instrumento de la política ambiental para el desarrollo sustentable del área que dicho programa abarca, cuyo objetivo está dirigido a evaluar y programar, desde la perspectiva ambiental, los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales, con el desarrollo urbano y rural, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar, a partir del análisis del deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El PROET fue reformado en el 2007 para compatibilizar el uso de suelo con actividades portuario e industriales. El decreto de la reforma señala que el Gobierno del Estado de Colima visualiza al OE como una oportunidad para generar un desarrollo tendiente a la sustentabilidad, contemplando la recuperación ecológica de la Laguna, así como de financiar acciones de conservación y protección de la zona, además de cumplir con las expectativas de desarrollo portuario-industrial de la zona.

El PROET tiene un área de influencia de 53,600 hectáreas, dividida en 65 UGA, en donde se contemplan cuatro políticas ambientales distintas: protección, conservación, restauración, aprovechamiento y una combinación de dos políticas ambientales (aprovechamiento - conservación).

En el caso particular del proyecto se ubica principalmente en la UGA 50 y en menor medida en la UGA 52.

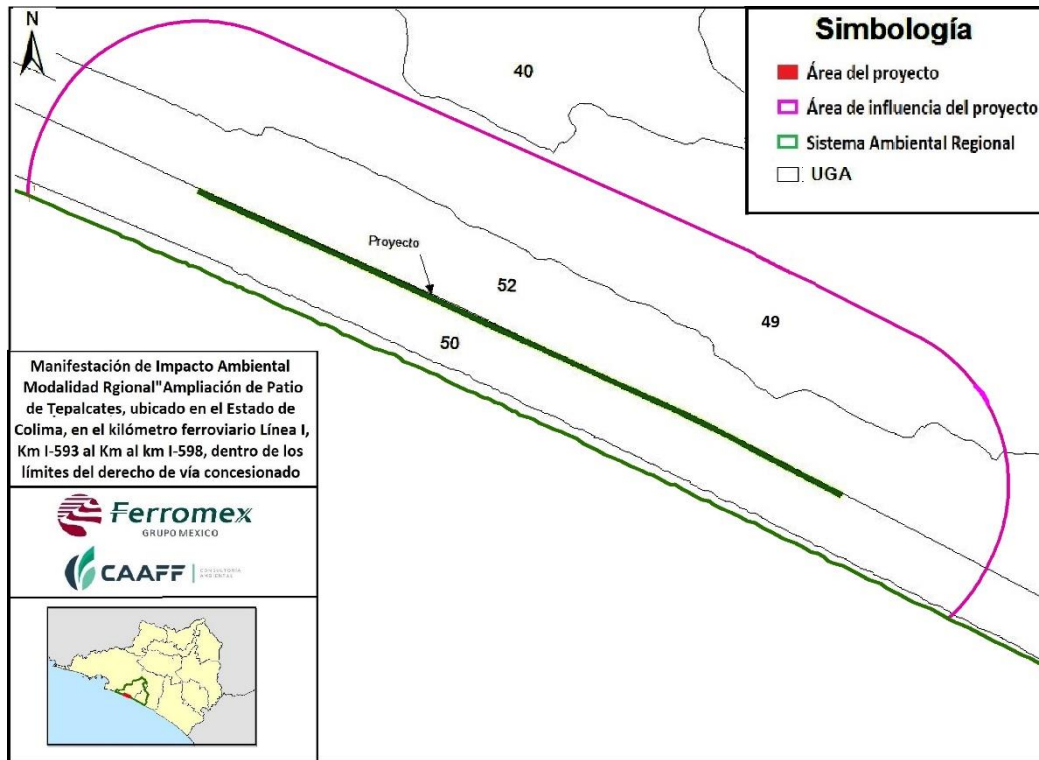


Figura 6. Unidades de gestión ambiental en la que se ubica el proyecto.

Tabla 7. Superficie del proyecto en cada UGA del PROET.

UGA	% SUPERFICIE DEL PROYECTO
50	96.10
52	3.90
Total	100%

Tabla 8. UGA, Política ambiental y criterios donde se ubica el proyecto.

UGA	POLÍTICA AMBIENTAL		CRITERIOS
50	C EncLe	Conservación	DS1, GA3, AH11, AH15, AH19, INF3, INF8, INF9, INF22, INF23, INF24, INF25, FFC2, FFC6, FFC9, FFC17, FFP1, FFP7, FFP14, FFP15, FFP16, FFP17, FFP18, FFP19, FFP21, FFP22, ED4, ED5, TU1, TU2, TU3, TU4, TU6, TU7, TU8, ED11, INF10, INF11, MA4, MI17, MI21, MI22, PUE2
52	A Ag	Aprovechamiento	AC2, AC3, AC4, AC5, AC9, AC10, AC11, AC12, AC13, AC14, AC15, AC16, AC17, AC18, AC19, AC20, AC21, AC22, AC24, AC26, DS1, DS2, DS3, DS4, AD1, AD2, AG1, AG2, AG3, AG4, AG5, AG6, AG7, AG8, AG9, AG10, AG11, AG12, AG13, AG14, AG15, AG16, AG17, AG18, AG19, AG20, AG21, AG22, AG23, AG24, AG25, AG26, AG27, AG28, AG29, AG30, AG32, AG33, GA1, GA2, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH10, AH13, AH15, AH20, AH22, INF1, INF2, INF3, INF4, INF7, ED4, Mi18, Mi19, Mi20, Mi21, Mi22, Mi23, Mi26



**Tabla 9. Clave y tipo de criterios considerados en el PROET.**

Clave	Tipo de criterios	Vinculados con el proyecto
DS	<b>Criterios de desarrollo sustentable</b>	X
AD	<b>Criterios de carácter administrativo</b>	X
AG	Criterios para el sector agrícola	
AC	Criterios para la acuicultura	
GA	Criterios para la ganadería	
AH	Criterios para asentamientos humanos	
INF	<b>Criterios para la infraestructura y equipamiento</b>	X
FFR	<b>Criterios para flora y fauna en restauración</b>	X
FFC	<b>Criterios para flora y fauna en conservación</b>	X
FFP	<b>Criterios para flora y fauna en protección</b>	X
ED	<b>Criterios para educación ambiental</b>	X
MI	Criterios para la minería	
TU	Criterios para el sector turístico	
IN	<b>Criterios para el sector industria y de servicios</b>	X
MA	<b>Criterios para el manejo del agua</b>	X
PES	Criterios para la pesca	
PUE	Criterios para la construcción y las actividades portuarias	

Considerando la tabla anterior, se desarrolló la vinculación del proyecto con los criterios establecidos para cada UGA. A continuación, se describen los criterios de regulación ecológica de la **UGA 50 y 52** aplicables al proyecto, y su correspondiente vinculación:

**Tabla 10. Vinculación del proyecto con los criterios de la UGA 50 Y 52.**

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
AD1	Las unidades con uso urbano e industrial que colinden con alguna área con vocación de protección, restauración o conservación deberán contar con zonas de amortiguamiento entre ambas.	El proyecto no contempla uso urbano ni industrial. El proyecto se ubica entre la vía del ferrocarril y la carretera federal por lo que no se requiere zonas de amortiguamiento.  No obstante, como parte de las medidas de mitigación se plantea un programa de rescate y reubicación de flora y fauna. El proyecto contempla un área de 10 hectáreas, con lo cual se busca promover prácticas de conservación y restauración.
AD2	Se regularizarán las nuevas áreas de asentamientos humanos a través de las instancias correspondientes.	El proyecto no contempla nuevas áreas de asentamientos humanos.
DS1	Se propiciará la conservación de los recursos naturales a través del uso sustentable de sus recursos, rescatando el conocimiento tradicional que tienen los habitantes locales, adecuando y diversificando las actividades productivas.	El proyecto contempla un área de restauración de 10 hectáreas, con lo cual se busca promover prácticas de conservación y restauración, que permitan mantener condiciones ambientales similares en la zona.
DS2	Se promoverá la realización de estudios para el desarrollo de alternativas productivas para el aprovechamiento sustentable.	Como parte de las medidas de mitigación se plantea un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, así como una propuesta de reforestación en áreas estratégicas para la protección del ecosistema. Se considera el uso exclusivo de especies nativas para este fin.



CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
DS3	Únicamente se podrán llevar a cabo actividades de bajo impacto ambiental, relacionados con el desarrollo de actividades rurales.	El proyecto contempla un área de restauración de 10 hectáreas (ex situ), con lo cual se busca promover prácticas de conservación y restauración, que permitan mantener condiciones ambientales similares en la zona.
DS4	Todo proyecto de explotación de recursos debe de sustentarse en estudios que garanticen la sustentabilidad productiva a largo plazo, lo cual incluye la fertilidad del suelo, condiciones climáticas adecuadas y disponibilidad de agua.	El proyecto no contempla la explotación de recursos, no obstante, se proponen medidas de mitigación en áreas estratégicas para la protección del ecosistema, propiciando la fertilidad del suelo, manteniendo las condiciones adecuadas y la disponibilidad de agua. El proyecto contempla un área de reforestación de 10 hectáreas.
ED4	Se desarrollarán talleres de capacitación y educación ambiental para los habitantes sobre actividades ecoturísticas y su enfoque hacia la conservación de los recursos naturales.	Durante la ejecución del proyecto se darán talleres a los trabajadores sobre conservación de los recursos naturales.
ED5	Se difundirá información del área y la importancia de la conservación en los sitios de afluencia del turismo convencional durante la temporada de vacaciones, para evitar la incidencia de basura.	En las áreas colindantes al proyecto no se tienen sitios con afluencia de turismo convencional. No obstante, durante las distintas etapas del proyecto, se dará capacitación al personal y se dispondrá información relacionada con el adecuado manejo de los residuos.
ED11	Se llevarán a cabo programas de capacitación turística para efficientar el servicio prestado, siendo necesario disponer el apoyo de las autoridades correspondientes del ámbito federal, estatal y municipal.	No aplica al proyecto al no ser de carácter turístico.
FFC2	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa para pie de cría.	El proyecto no contempla la explotación de recursos, no obstante, se proponen medidas de mitigación en áreas estratégicas para la protección del ecosistema. Se anexa al presente estudio un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna.
FFC6	Se deberán fomentar y apoyar técnica y financieramente los esfuerzos comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre.	El proyecto contempla un área de restauración de 10 hectáreas, con lo cual se busca promover prácticas de conservación y restauración de flora y fauna, que permitan mantener condiciones ambientales similares a la zona del proyecto. Para dichas actividades de contratará mano de obra de las comunidades más cercanas.
FFC9	Se debe dar preferencia a la rehabilitación de terracerías existentes en vez de construir nuevas.	El proyecto no requiere la construcción de nuevas vías de comunicación.
FFC17	Se deberá conservar, en la zona de dunas, la vegetación nativa halófila con el fin de contrarrestar la erosión natural de las playas y preservar su biodiversidad.	El sitio del proyecto no se ubica en zona de dunas.
FFP1	La colecta de ejemplares de flora y fauna silvestre, así como cualquier tipo de material para propagación con fines científicos, deberá contar con autorización expresa de la SEMARNAT.	El proyecto no contempla la colecta de ejemplares de flora y fauna silvestre para propagación con fines científicos.
FFP7	Se fomentará la creación de un área natural protegida	La zona del proyecto se encuentra transformado por las actividades antropogénicas, como lo es la vía del ferrocarril y la carretera federal. No obstante, la responsabilidad de la creación de un área natural protegida recae en la administración pública.
FFP14	Las actividades de colecta, anidación y protección de tortuga marina estarán sujetas al programa de manejo autorizado para la UMA correspondiente.	El sitio del proyecto no se ubica en una zona de anidación de tortuga.

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
FFP15	Se prohíbe la modificaciones físicas y químicas de cualquier zona de duna y playas, particularmente las zonas de anidación de tortugas.	El proyecto no se ubica en una zona de duna, ni colinda con la playa.
FFP16	Para garantizar el arribo, desove y retorno de las tortugas marinas se prohíbe la iluminación directa al mar.	El proyecto no se ubica en una zona de duna, ni colinda con la playa. El predio del proyecto se ubica entre dos importantes vías de comunicación que son la Carretera federal y la vía del ferrocarril que conectan al puerto de Manzanillo.
FFP17	Se prohíbe el tránsito vehicular sobre la playa durante el periodo de anidación y desove de tortugas marinas.	El proyecto no colinda con la playa.
FFP18	Se promoverán lineamientos de navegación durante la época de anidación y desove de tortuga marinas.	No aplica al proyecto.
FFP19	En playas tortugueras se prohíbe el tránsito e introducción de animales domésticos en la playa.	El proyecto no colinda con la playa.
FFP21	No se permite el acceso de equinos a las dunas costeras a fin de evitar el efecto de sus cascos sobre los sitios de anidación de tortugas	No aplica al proyecto.
FFP22	En todas las edificaciones, la iluminación externa en las vialidades, fachas, pasillos y balcones debe ser de baja altura y orientada siempre al piso, con pantallas protectoras que eviten la difusión o reflejo de la iluminación en forma horizontal o hacia arriba, que sobrepase la altura del dosel de los árboles. Evitando que llegue a las playas, dunas y manglar. Sobre todo, en playas de anidación de tortugas marinas.	El proyecto no se ubica en una zona de duna, ni colinda con la playa o manglar. El predio del proyecto se ubica entre dos importantes vías de comunicación como son la Carretera federal y la vía del ferrocarril que conectan al puerto de Manzanillo.
INF1	No se permitir la disposición de aguas residuales, descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos en la laguna y en cualquier tipo de agua natural.	El proyecto considera la gestión integral de la totalidad de los residuos del proyecto, en conformidad de las leyes y normas aplicables, tal como se describen en el capítulo de las medidas de prevención y mitigación de impactos del presente estudio.
INF2	Las construcciones de asentamientos y de infraestructura tendrán que seguir las normas antisísmicas estatales.	El diseño de la construcción del proyecto contempla los lineamientos y reglamentos de construcción correspondientes.
INF3	Se permite la construcción de obras de infraestructura y servicios siempre y cuando se sometan al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental con base en lo establecido en la Legislación Ambiental Estatal y/o Federal vigente en el ámbito de sus competencias.	La presente una Manifestación de Impacto Ambiental se ingresa a la instancia competente a fin de evaluar la viabilidad del proyecto.
INF4	Se deberá mejorar la infraestructura de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto no contempla mejorar la infraestructura de agua potable, drenaje ni tratamiento de aguas residuales. No obstante, durante la etapa de preparación del sitio y de construcción, se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua. Además, se prohibirá el vertido de cualquier residuo contaminante en los escurrimientos cercanos al proyecto.
INF7	Para todo tipo e construcción de infraestructura tales como: caminos, vías de ferrocarril, ductos, líneas de trasmisión de alta tensión, edificaciones, etc., previo a las etapas de preparación y construcción, se someterán al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental con base en lo establecido en la Legislación Ambiental	El presente proyecto se apega a la legislación ambiental vigente, por lo que se ingresa la presente Manifestación de Impacto Ambiental a la instancia competente a fin de evaluar la viabilidad del proyecto.  Cabe mencionar que el proyecto no interrumpirá los flujos de agua. En cuanto a la fauna, dado que el proyecto

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Estatal y/o Federal vigente, tratando de evitar en lo posible repercusiones que se puedan tener sobre la integridad ecológica del sistema lagunar, considerando de manera especial el comportamiento hidrodinámico, la estabilidad de sustratos, el transporte de sedimentos y la permanencia de las comunidades bióticas de manglar. En todo caso no se aceptarán diseños de este tipo de infraestructura que incluyan terraplenes o barreras que interrumpen los flujos de agua, y el libre tránsito seguro y continuo de fauna.	se ubica en un sistema fragmentado, principalmente por la Carretera federal y la vía del tren, no se tiene un flujo de fauna.
INF8	Se permiten las obras de infraestructura, sin que esto afecte la estabilidad de las dunas costeras, la hidrodinámica de la laguna y las funciones de este ecosistema.	El proyecto no se ubica en zona de dunas, ni en el cuerpo lagunar.
INF9	Las acciones de perturbación de la vegetación de dunas costeras y las playas afectadas por obras constructivas que se lleven a cabo en la unidad deberán ser restauradas con vegetación nativa. Para no incrementar el transporte de sedimentos hacia la Laguna, los proyectos a desarrollar deben de considerar la no afectación de la vegetación que estabiliza suelos susceptibles a la erosión o en su efecto previa evaluación de impacto ambiental, establecer programas de recuperación de esta vegetación, además del establecimiento de cortinas rompevientos para minimizar el efecto erosivo. El diseño de la cortina rompevientos debe considerar la dirección dominante de los vientos y ser de tipo semipermeable para evitar turbulencias a barlovento.	El proyecto no se ubica en zona de dunas, ni colinda con la playa, por lo que no se afectará a esos ecosistemas. El proyecto no incrementará el aporte de sedimentos hacia la Laguna.
INF10	Como resultado de la creación del recinto portuario en el caso II se creará un fondo ambiental que será construido con la aportación de cada uno de los usuarios del puerto, que permitirá el pago de externalidades de los impactos ambientales que pudieran causar sobre el sistema lagunar, así como la restauración de los ecosistemas de la Subcuenca.	No aplica al proyecto. El proyecto no se ubica en la zona del recinto portuario.
INF11	El fondo ambiental de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán, creado de acuerdo ca la INF10 será utilizado para el pago de servicios ambientales en la subcuenca, así como en inversiones destinadas a la solución de problemas ambientales que puedan afectar a las especies de fauna y flora, así como proyectos de restauración y conservación de la misma.	No aplica al proyecto.
INF22	No se permite el acceso de vehículos a las dunas, salvo en caso de limpieza de playas, inspección, vigilancia y emergencia.	No aplica al proyecto. El proyecto no se ubica en zona de dunas.
INF23	La construcción de cualquier tipo de obra con materiales permanentes debe llevarse a cabo al menos 5 metros tierra adentro, atrás de la cresta de la primera duna, no enfrente ni encima de ella.	El proyecto no colinda con zona de dunas.

CLAVE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
INF24	No se permite la construcción de muros paralelos a la costa para evitar la erosión de la playa.	El proyecto no colinda con zona de playa. El sitio del proyecto se ubica entre la carretera federal y la vía del tren.
INF25	Los caminos que sean paralelos a la costa deben de construirse en el ecotono entre la duna posterior y el humedal, dejando pasoso y accesos para la fauna.	El proyecto no colinda con la costa, ni con el humedal. El sitio del proyecto se ubica entre la carretera federal y la vía del tren.
MA4	Se deberá de mantener y proteger las áreas de vegetación natural que permitan la recarga de acuíferos, el flujo de agua dulce a la laguna y a los sistemas costeros.	El proyecto no interrumpirá flujos de agua. En el presente estudio se anexa un Programa de compensación, que contempla un área de reforestación de 10 hectáreas, con lo cual se busca promover prácticas de conservación y restauración del ecosistema, lo que a su vez permitirá la recarga de los acuíferos.

De acuerdo con las estrategias establecidas en la UAB no. 119, del programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), así como el Programa de Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán y el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Manzanillo, no se prohíbe dentro de la zona del proyecto realizar el proyecto en comento.

### III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

#### III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,394,779 hectáreas. El Estado de Colima cuenta con 4 Áreas Naturales Protegidas, dos se ubican completamente en el territorio de colimense, Las Huertas y El Jabalí, mientras que El Volcan Nevado de Colima y La Sierra de Manantlán se comparte con el estado de Jalisco; la superficie protegida es 151,477.45 ha

Sin embargo, el área del proyecto no se ubica dentro de alguna de estas ANP, por lo que la ejecución del mismo no representa ningún problema al respecto (figura 7).

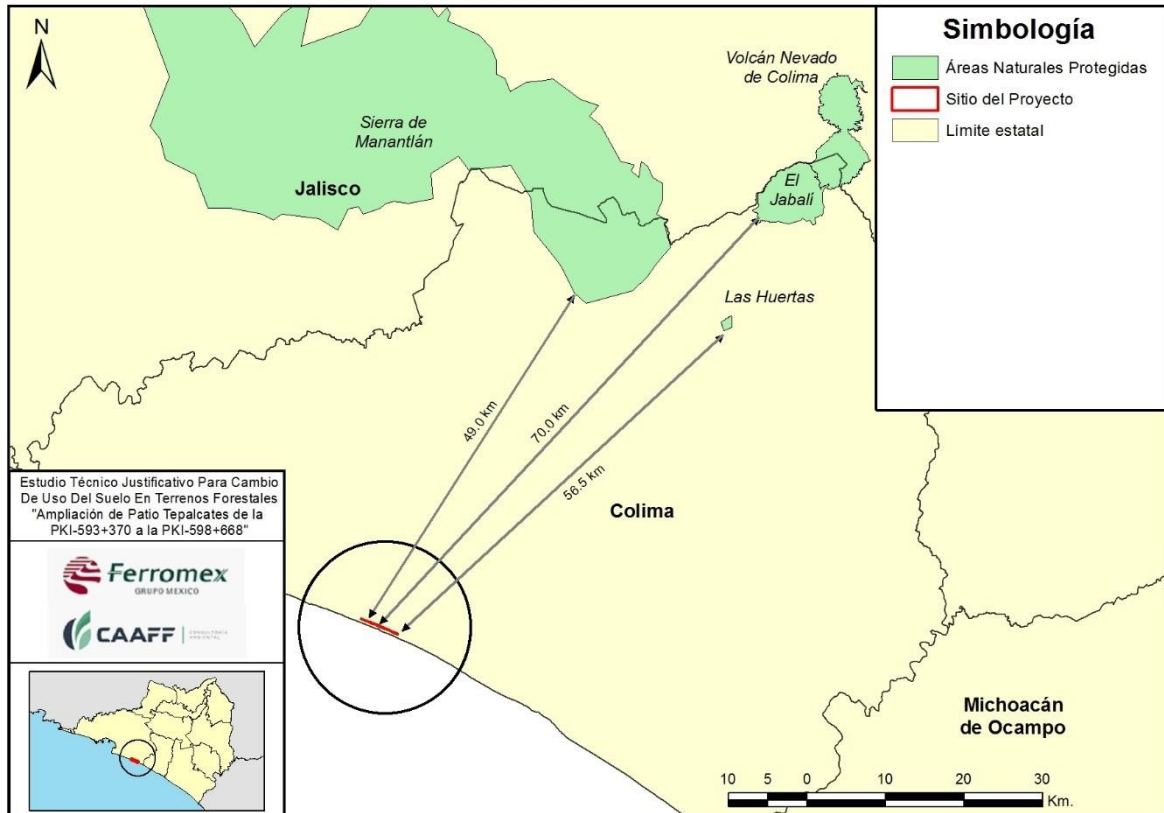


Figura 7 . Ubicación del Proyecto con respecto a las áreas Naturales Protegidas

### III.3.2. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS)

El programa de las AICAS es el resultado de una iniciativa conjunta de la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX) y BirdLife Internacional que, con el apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica, la CONABIO y el INECC (actualmente) y con la participación de expertos produjeron una red de áreas importantes para la conservación de las aves en México. Dicha red o regionalización, a diferencia de las anteriores, fue determinada por asociaciones científicas de ornitólogos, el CIPAMEX y BirdLife Internacional, y fue realizada con base a tres talleres participativos que se efectuaron durante 1996, 1997 y 1998 con más de 200 especialistas (Benítez y Col. 1999).

En dichos talleres se determinaron ciertos criterios que fueron agrupados en cinco categorías: **(a) categoría 1**, sitio en donde se presentan números significativos de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; **(b) Categoría 2**, el sitio mantiene poblaciones locales con rangos de distribución restringido; **(c) Categoría 3**, el sitio mantiene conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; **(d) Categoría 4**, sitios que se caracterizan por presentar congregaciones grandes de individuos y **(e) Categoría 5**, sitios importantes para la investigación ornitológica.

Para México se reportan un total de 243 AICAS declaradas, de las cuales dos se encuentran en el estado de Colima: Sierra de Manantlán y Nevado de Colima.

De acuerdo con el mapa de las regiones AICAS (CONABIO, 2015), el Área del proyecto no se encuentra dentro de ningún Área de Importancia para la Conservación de aves, por lo que su ejecución no representa ningún problema (figura 8).

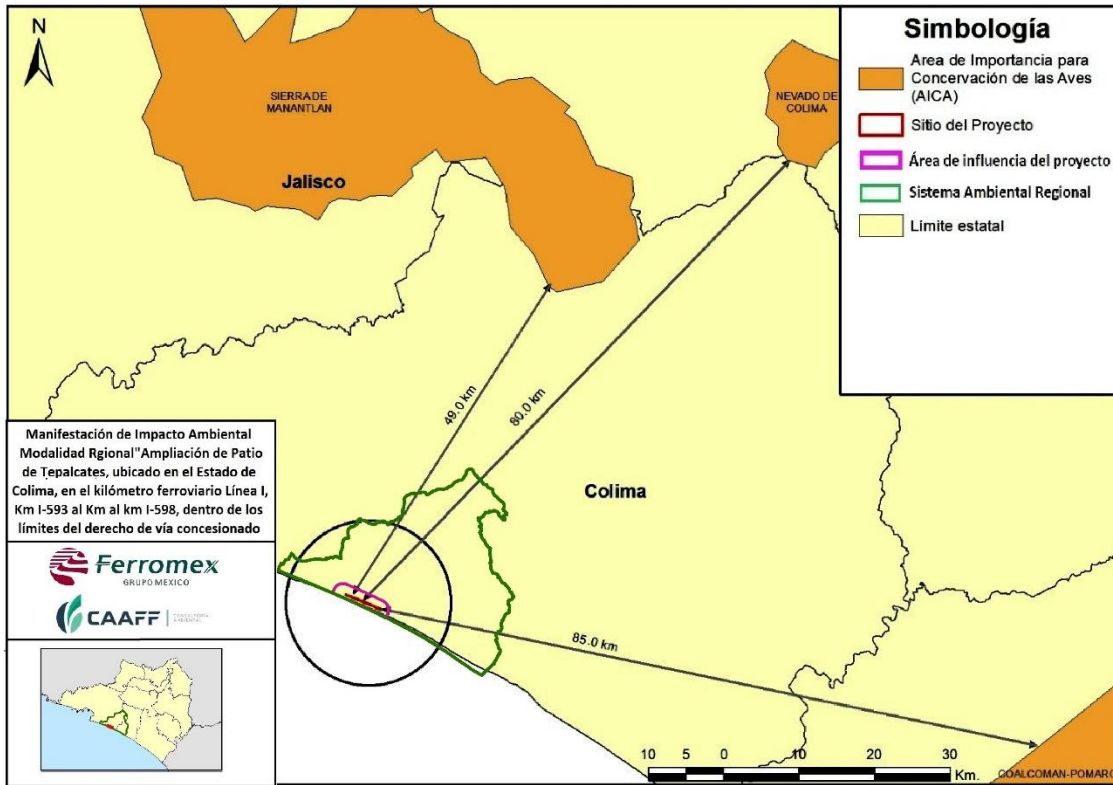


Figura 8 . Ubicación del Proyecto con respecto a las AICAS

### III.3.3. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) puso en marcha el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad, el cual se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Dentro de este programa, se delimitaron Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), las cuales representan unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.



Como producto de este programa se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México. En el estado de Colima se localiza 1 de estas 152 Regiones Terrestres Prioritarias: Manatlán-Volcán de Colima. No obstante, el área del proyecto se encuentra fuera de los límites de estas zonas.

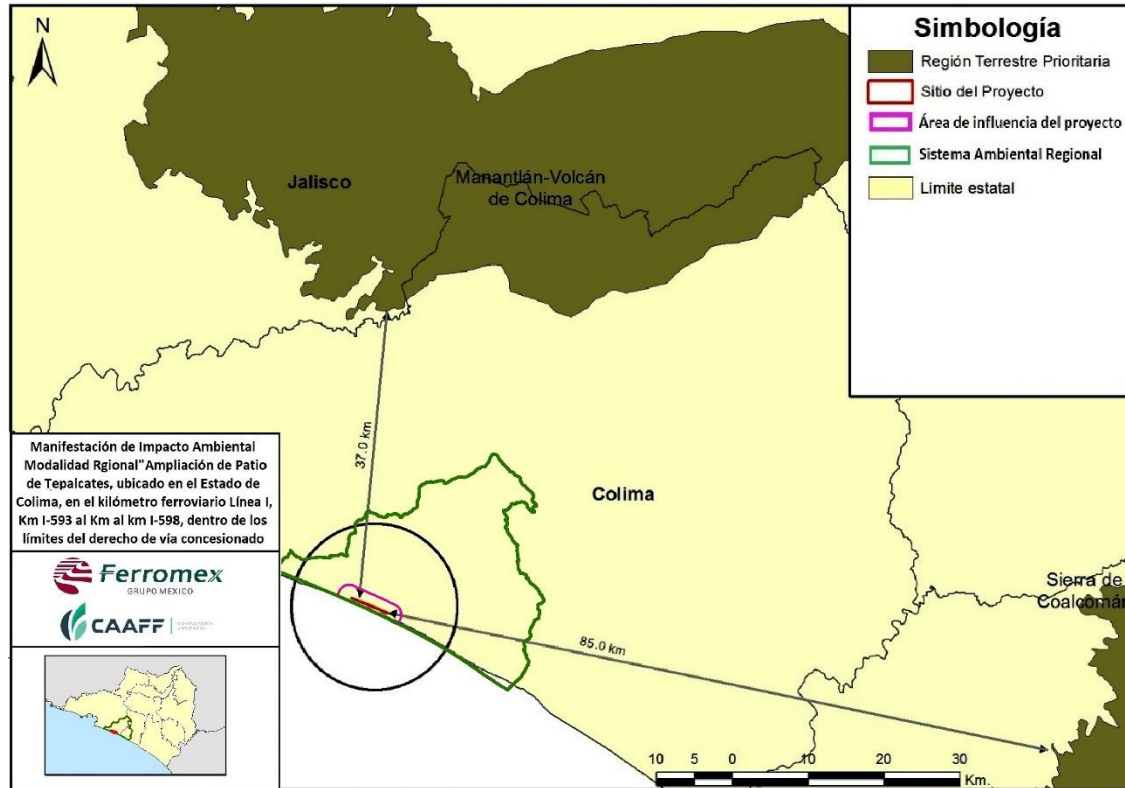


Figura 9 . Ubicación del Proyecto con respecto a las RTP

### III.3.4. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIOTRITARIAS (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias permiten tener un panorama general de la situación de las principales cuencas, subcuencas y sistemas acuáticos del país, considera patrones sociales, económicos y de biodiversidad, esto con el fin de tener un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo en investigación, conservación y manejo sustentable de los recursos naturales (Arriaga *et al.*, 2008).

En México se tienen identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y para el estado de Colima se tienen registrada 1, siendo esta la siguientes: Río Purificación-Manantlán.

De acuerdo con el mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, el área del proyecto se ubica dentro de la RHP 25- Ríos Purificación Armería (Figura 10).

**Región hidrológica prioritaria -RHP 25- Ríos Purificación Armería**

La RHP 25 comprende a la Reserva de la Biosfera de Sierra de Manantlán, el Parque Nacional Nevado de Colima, la Reserva Forestal de Quila, la Reserva de Fauna El Jabalí y el Programa de producción de cocodrilos cerca de la desembocadura del río en Boca de Pascuales.

Para la RHP 25 se señala la necesidad de conservar la cuenca alta por ser zona de recarga de acuíferos (recibe alta precipitación), recuperar zonas erosionadas de las partes media y baja de la cuenca, además de prevenir y combatir los incendios forestales. Además de que se necesita instrumentar un programa de desarrollo comunitario que promueva la realización de planes de desarrollo integral en cada comunidad. Elaborar un programa de investigación y desarrollo de la reserva. Faltan inventarios de la biota acuática en Manantlán.

En este sentido, a continuación, se hace la vinculación del proyecto con las problemáticas definidas para la RHP 25.

**Tabla 11. Vinculación del proyecto con la RHP 25 Río Purificación-Manantlán.**

PROBLEMÁTICA	VINCULACIÓN
Modificación del entorno: fuerte deforestación y explotación de acuíferos en la parte media y baja de la cuenca y menor en la parte alta correspondiente a la Reserva de Manantlán; crecimiento demográfico; conflictos por tenencia de la tierra con respecto al uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.	<p>El proyecto su ubica en la parte baja de la cuenca. El proyecto contempla la remoción de vegetación, por lo que se propone ejecutar un Programa de restauración de 10 ha como medida de compensación.</p> <p>El proyecto no contempla la explotación de acuíferos.</p> <p>El proyecto no fomenta el establecimiento de nuevos asentamientos humanos.</p> <p>El proyecto respeta la tenencia de la tierra, y se encuentra fuera de la mancha urbana.</p>
Contaminación: por sedimentos en suspensión y descargas de drenaje a los cuerpos de agua.	<p>El proyecto no generará emisiones de aguas residuales a cuerpos de aguas.</p> <p>Se ejecutará un Programa de restauración de 10 ha, en el que se incluyen obras para la conservación del suelo.</p> <p>El proyecto no tendrá descargas de aguas residuales a cuerpos de agua.</p>
Uso de recursos: especies introducidas de tilapia; uso inadecuado de redes de pesca; cacería furtiva y cultivo de estupefacientes; explotación forestal comercial no controlada. La cuenca Ayuquila-Armería abastece de agua a la zona urbana de la ciudad de Colima y Villa de Álvarez.	<p>El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas de flora o fauna.</p> <p>El proyecto no generará presión en los mantos acuíferos, ni contaminará cuerpos de agua.</p>

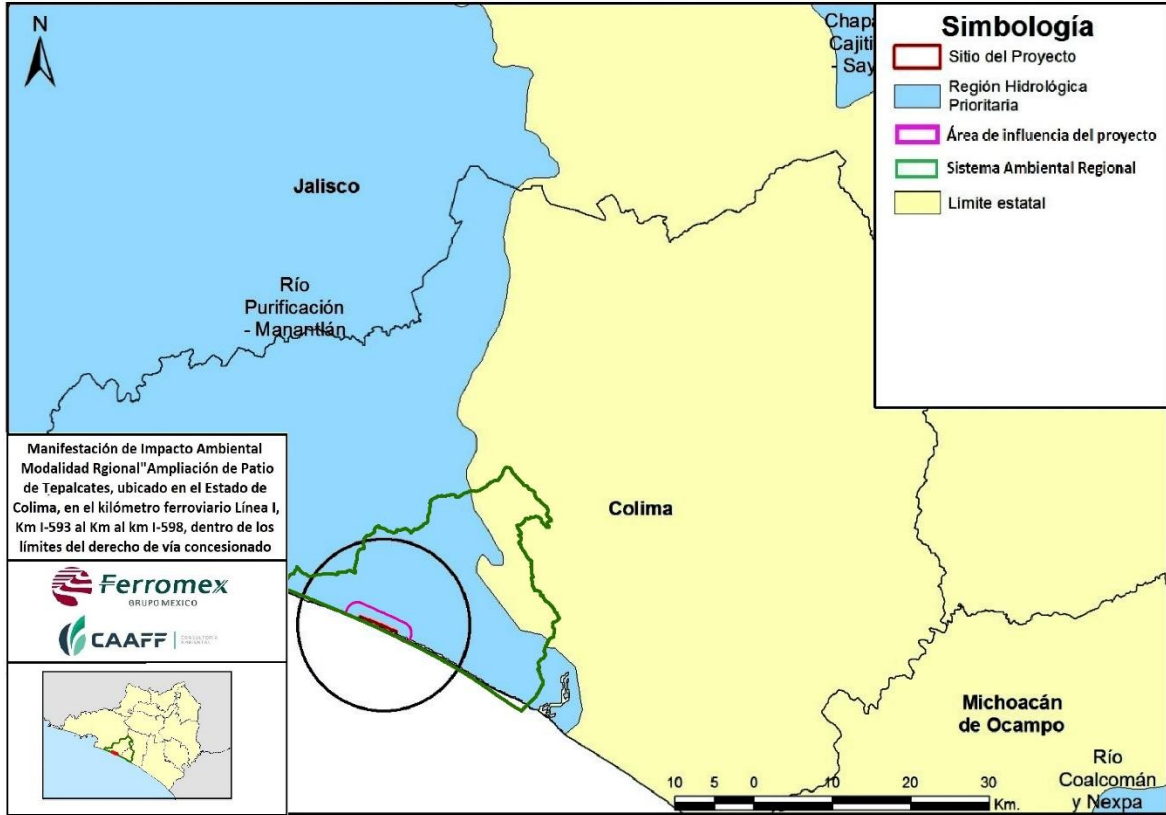


Figura 10 . Ubicación del Proyecto con respecto a las RHP.

### III.3.5. SITIOS RAMSAR

Con arreglo al texto de la Convención sobre los humedales firmada el 2 de febrero de 1971 en la ciudad de Ramsar situada a orillas del mar de Caspio (Artículo 1.1), se entiende por humedales: “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

Además, a efectos de proteger sitios coherentes, el Artículo 2.1 estipula que los humedales que se incluirán en la Lista de Ramsar de Humedales de Importancia Internacional: “podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”.

La Convención de Ramsar ha adoptado un Sistema Ramsar de Clasificación de Tipos de Humedales que incluye 42 tipos, agrupados en tres categorías: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales.

Los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo. Son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de especies vegetales y animales; e importantes

depósitos de material genético vegetal. Brindan protección contra tormentas e inundaciones; estabilizan la línea costera; controlan la erosión; retienen nutrientes y sedimentos; filtran contaminantes y estabilizan las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura; aseguran el abastecimiento de agua (cantidad y calidad); mantienen los recursos pesqueros; proveen madera y forman parte del patrimonio cultural.

De acuerdo con datos de la CONANP, México se adhirió a este Convenio en 1986, contando en la actualidad con 130 sitios RAMSAR en una superficie de casi nueve millones de hectáreas. Que incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

Particularmente, el Estado de Colima cuenta con dos sitios RAMSAR, sin embargo, es importante mencionar que el área del proyecto no afectará a ninguno de estos, ya que se encuentra fuera de dicha área (figura 11).

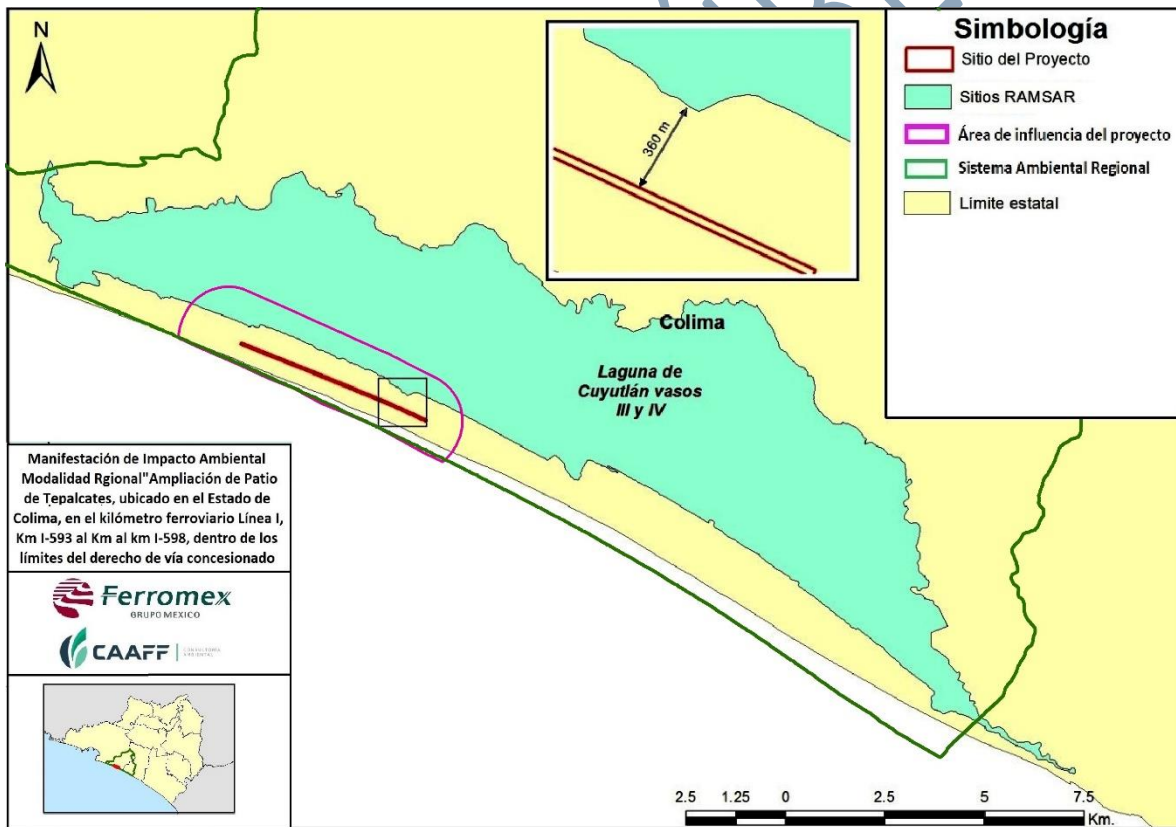


Figura 11 . Ubicación del Proyecto con respecto a sitios RAMSAR.

### III.4. PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO

El marco jurídico está constituido por el conjunto de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, convenios y otras figuras jurídicas asociadas. Es el sustento para definir y considerar, entre otras cosas, el esquema de planeación del desarrollo y los instrumentos complementarios, así como una base para la toma de decisiones en sus diferentes ámbitos.

El artículo 26 de la **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** establece la participación de diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el Plan y los programas de desarrollo, declarando que, los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación, mediante la participación de los diversos sectores sociales para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo.

Es importante mencionar que los Planes y Programas considerados para la vinculación, son hasta el momento los documentos oficiales actualizados y disponibles.

#### III.4.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

El objetivo general del *Plan Nacional de Desarrollo* busca establecer y orientar todo el trabajo que realizarán las y los servidores públicos los próximos seis años, para lograr el desarrollo del país y el bienestar de las y los mexicanos.

El eje general para el desarrollo económico que garantiza el uso eficiente y responsable de recursos y la generación de los bienes, servicios y capacidades humanas para crear una economía fuerte y próspera. Por lo que, con la ejecución del proyecto favoreciendo el desarrollo de la región donde se encuentra.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias inmersas en el PND 2019 – 2024.

**Tabla 12. El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y su vinculación con el proyecto.**

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024			
RUBRO	ESTRATEGIA	OBJETIVOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
POLÍTICA Y GOBIERNO	Cambio de paradigma en seguridad	Garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la <b>creación de puestos de trabajo</b> , el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo	Con la realización del proyecto se generarán empleos directos e indirectos.
POLÍTICA SOCIAL	Desarrollo sostenible	El gobierno de México está comprometido a impulsar el <b>desarrollo sostenible</b> , que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar.	Se propone una serie de actividades para la conservación de suelo y agua y restauración forestal con las que se mantengan un equilibrio ecológico en el Sistema ambiental regional.

ECONOMÍA	Impulsar la reactivación económica, mercado interno y el empleo.	Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del <b>fortalecimiento del mercado interno</b> , lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.	Con la realización del proyecto se generarán empleos directos e indirectos.  Fortalecer el sistema de logística y transporte de mercancías repercute directamente en el mercado interno.
----------	--	--	--

### III.4.2. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE COLIMA 2016-2021

El Estado de Colima cuenta con un Plan Estatal de Desarrollo (PED) que presenta el diagnóstico de los principales problemas estatales y describe las líneas de política, objetivos, estrategias, líneas de acción, metas e indicadores que guían a la administración estatal. En la tabla siguiente se hace una vinculación del proyecto con los objetivos y estrategias para cada elemento contemplado para la sustentabilidad.

Tabla 13. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2021 de Colima.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE COLIMA 2016-2021					
EJE	LÍNEA DE POLITICA	OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEAS DE ACCION	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
EJE TRANSVERSAL III: COLIMA SUSTENTABLE	Asegurar que las políticas de desarrollo económico y social del estado sean sustentables y que brinden oportunidades a las comunidades vulnerables.	Asegurar que la planeación del desarrollo del estado considere la interrelación entre dimensiones sociales, económicas y ecológicas.	Acompañar el proceso municipal de ordenamiento territorial con planeación estratégica y uso de información actualizada.	Asegurar que la planeación y nuevas inversiones se acaten a los ordenamientos ecológicos establecidos.	Tal como se ha descrito en el presente capítulo, el proyecto observa los ordenamientos ecológicos y la normatividad vigente. Es importante mencionar que, como parte del proyecto, se promueven prácticas de conservación y restauración, como parte de las medidas de mitigación y compensación ambiental.
			Monitorear la calidad del aire, agua y suelos.	Establece indicadores ligados a los contaminantes encontrados en el aire, agua y suelo ligados a la salud.	Se respetará la normatividad correspondiente a los contaminantes ligados al aire, suelo y agua, así mismo, se seguirán medidas de prevención que garantizan que los componentes antes mencionados no se vean afectados.
	Diseñar e implementar programas de mitigación del cambio climático.	Mitigar el cambio climático regulando la emisión de gases de efecto invernadero.	Fomentar la verificación y regulación.	Verificar y regular las condiciones de emisión tanto de los vehículos del estado como de la industria.	Se respetará la normatividad correspondiente a la emisión de gases a la atmósfera. Tales como:  ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015.



PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE COLIMA 2016-2021					
EJE	LÍNEA DE POLITICA	OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEAS DE ACCION	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
					✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003. ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SEMARNAT-2017. ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2017.

En este sentido, el desarrollo del proyecto se relaciona directamente con lo que se establece en el Plan de Desarrollo Estatal, ya que se verá un mejoramiento de la economía de la región.

### III.4.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE MANZANILLO 2018 - 2021

El Plan Municipal de Desarrollo Manzanillo 2018-2021 se sustenta en los artículos 25 y 26 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.

El Plan Municipal de Desarrollo tiene la función de hacer de Manzanillo un Municipio con un nivel sostenible de desarrollo, referente nacional en bienestar humano y calidad de vida, con un crecimiento económico que se sustenta en su competitividad energética, turística y portuaria, teniendo una ciudad, una zona rural y un puerto respetuosos del medio ambiente, en orden y limpios. Esto se logra a través de un modelo de gobernanza municipal que trabaja en corresponsabilidad y pone al ciudadano en el centro de las decisiones. A continuación, se presenta la vinculación que se tiene con el desarrollo del proyecto.

Tabla 14. Vinculación del proyecto con el Plan Municipal De Desarrollo De Manzanillo 2018 - 2021

PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO MANZANILLO 2018-2021			
EJE	OBEJTIVO	POLÍTICA ESTRATEGICA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SUSTENTABILIDAD Y MEDIO AMBIENTE	Proteger el medio ambiente y la riqueza de los recursos naturales del Municipio fomentando una cultura ecológica colectiva e implementando una adecuada gestión ambiental con estrecha colaboración con las dependencias municipales, estatales y federales para controlar servicios ecosistémicos, monitorear programas y acciones de compensación, aprovechamiento, restauración ambiental y en su caso mitigar y sancionar impactos negativos generados por actividades productivas, de aprovechamiento de recursos naturales y crecimiento urbano.	Promover acciones de cuidado al medio ambiente en vinculación con grupos de la sociedad civil organizada, instituciones académicas y sector privado.	Como parte del proyecto, se proponen una serie de medidas de prevención y mitigación, apegándose a la ley vigente, que promueven el cuidado del medio ambiente.
		Considerar la reforestación como una estrategia para control de contaminación, cambio climático, recuperación del espacio público, imagen urbana de Manzanillo y componente fundamental en infraestructura urbana para el desarrollo sustentable.	Como parte de las medidas de mitigación se plantea un programa de rescate y reubicación de flora y así como una propuesta de reforestación en áreas estratégicas para la protección del ecosistema. Se considera el uso exclusivo de especies nativas para este fin

### III.4.4. PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene como principal marco de referencia la sustentabilidad ambiental, reconoce que el agotamiento y la degradación de los recursos naturales son cada vez más una restricción en el desarrollo de actividades productivas y de la vida misma. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los objetivos del mismo programa.

**Tabla . Vinculación del proyecto con el Programa de medio ambiente y recursos naturales 2013 – 2018.**

OBJETIVO	ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN
Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.	Consolidar las medidas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).	Se respetará la normatividad correspondiente a la emisión de gases a la atmósfera.  ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015. ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003. ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SEMARNAT-2017. ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2017.
Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.	Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.  Proteger la biodiversidad del país, con énfasis en la conservación de las especies en riesgo.  Promover la integración de diferentes esquemas de conservación, fomento a buenas prácticas productivas y uso sustentable del patrimonio natural.	Se proponen medidas de mitigación para contrarrestar los impactos ocasionados con el desarrollo del proyecto, como es la construcción de obras de conservación y restauración de suelo y agua, reforestación, así como el rescate de fauna para la protección y conservación de la biodiversidad.

OBJETIVO	ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN
<p>Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.</p>	<p>Proteger los ecosistemas y el medio ambiente y reducir los niveles de contaminación en los cuerpos de agua.</p>	<p>En el desarrollo del proyecto se contemplan medidas de prevención contra la contaminación del suelo, agua y aire, entre las cuales se mencionan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Toda la maquinaria y equipo que se utilice para este proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles.</li> <li>* Quedará prohibido el vertido de cualquier residuo contaminante en los escurrimientos cercanos al proyecto.</li> <li>* Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua.</li> <li>* Instalación de contenedores especiales para la colocación de los residuos sólidos que los trabajadores generen.</li> </ul>

### III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales (CMIC, 2015).

**Tabla 15. Normatividad ambiental aplicable al presente proyecto.**

NOM	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua. El aprovisionamiento, retiro y manejo de los residuos generados serán realizadas por empresas que cuentan con autorizaciones sanitarias para estos efectos.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-005-SEMARNAT-1997	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.	El producto de las actividades de remoción de vegetación se utilizará en obras de conservación de suelos y el resto será entregado al Ayuntamiento de Manzanillo atendiendo un plan de manejo de estos residuos.
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.	En el muestreo realizado en el área del proyecto, no se tuvo registro de especies de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.  Relacionado con la fauna, en el sitio del proyecto se registraron dos especies de Herpetofauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del área del proyecto, las cuales también se registraron en sistema ambiental regional. En este sentido, se propone un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, y de esta manera evitar algún tipo de afectación a las mismas.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-SEMARNAT-1997.	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.	El producto de las actividades de remoción de vegetación se utilizará en obras de conservación de suelos y el resto será entregado al Ayuntamiento de Manzanillo.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015.	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.	Todos los vehículos automotores que usen gasolina, que se requieran en la ejecución del proyecto cumplirán con las especificaciones de esta norma, la cual indica los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Todo vehículo utilizado en la ejecución del proyecto cumplirá con las especificaciones de los límites máximos permisibles de esta Norma.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SEMARNAT-2017.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 Kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor de 3,857 Kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Todo vehículo utilizado en la ejecución del proyecto cumplirá con las especificaciones de los límites máximos permisibles de esta Norma.

NOM	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2017.	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Todos los vehículos que se requieran en el proyecto cumplirán con las especificaciones de esta norma.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005.	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Los residuos resultantes del mantenimiento de la maquinaria como lo son las grasas o aceites serán clasificados e identificados en envases para su tratamiento conforme a la normatividad aplicable.
NOM-054-SEMARNAT-1993.	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	La incompatibilidad de dos o más residuos peligrosos se determinará considerando la NOM-052-SEMARNAT-1993, y se tomarán las medidas correspondientes.
NOM-060-SEMARNAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	Durante las actividades del proyecto, no se realizará directamente aprovechamiento forestal, sin embargo, durante la etapa de desmonte se llevará a cabo el derribo direccional para no afectar las áreas forestales no contempladas en el proyecto. Por lo tanto, en las actividades de mitigación, compensación y restauración de impactos se señalan y describen dichas actividades.
NORMA OFICIAL MEXICANA 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.	Ningún vehículo automotor rebasará los límites máximos permisibles de ruido.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En el proyecto únicamente se utilizarán combustibles para los vehículos y maquinaria, por lo que no se contempla el almacenamiento de grandes volúmenes de combustible.  Se realizará las acciones necesarias para evitar la contaminación del suelo con hidrocarburos. En caso de existir algún accidente se contratará a una empresa especializada para la recolección y tratamiento de los suelos contaminados.
NOM-002-STPS-2010	Establece los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	En el proyecto se contará con equipo de combate contra incendios. Se contará con un Programa de prevención y atención a contingencias.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El personal contará con la seguridad de protección física de acuerdo con la actividad que desarrolle y en función de las necesidades básicas.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-019-STPS-2011	Establece los requerimientos para la constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo	Durante la ejecución del proyecto, se integrará la Comisión de seguridad e higiene observando los lineamientos que para tal efecto establece la Norma.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SCT2-2016	Establecer los parámetros de seguridad que debe de cumplir el Equipo Ferroviario de Arrastre, con el propósito de garantizar y preservar la seguridad operativa en el servicio comercial ferroviario.	Se tomarán los parámetros de seguridad establecidos en la norma para el equipo ferroviario de arrastre.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-050-SCT2-2017	Establece los señalamientos y dispositivos que deben instalarse, así como las disposiciones y los métodos de calificación que deben observarse para brindar seguridad a usuarios en los cruces a nivel de caminos, calles y carreteras con vías férreas.	Se colocarán los señalamientos necesarios en los cruces que existan con las vías férreas.

## III.6. OTROS INSTRUMENTOS LEGALES QUE RIGEN EL PROYECTO

### III.6.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tuvo su última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 06-03-2020. La Constitución es la norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes de la federación: poder legislativo, ejecutivo y judicial, entre los tres órdenes diferenciados del gobierno: el federal, estatal y municipal, y entre todos aquellos y los ciudadanos. Asimismo, fija las bases para el gobierno y para la organización de las instituciones en que el poder se asienta y establece, en tanto que pacto social supremo de la sociedad mexicana, los derechos y los deberes del pueblo mexicano.

Las materias que encuadra este texto son: universalidad de los derechos humanos, medio ambiente, desarrollo sustentable y participación de los particulares dentro del sector de las vías generales de comunicación, los cuales dan sustento a las leyes y reglamentos, que serán desarrollados en párrafos posteriores y que se vinculan directamente con el desarrollo del Proyecto.

El **artículo 1°** de la Constitución señala la universalidad de los derechos humanos reconocidos por los tratados internacionales y por el propio texto constitucional que gozan todas las personas, así como las garantías para su protección.

Dichas normas relativas a los derechos humanos deberán ser interpretadas conforme a la Constitución y los tratados internacionales de la materia, en este caso ambiental, favoreciendo en todo momento la protección más amplia la persona.

En este sentido, el **artículo 1°** se vincula con el proyecto al ser la base que da validez a las normas relativas a los derechos humanos, entre las que se encuentra el derecho humano a un medio ambiente sano, derecho a la información, así como las obligaciones de respeto hacia estos derechos y todo lo que a ellos se asocia.

El **artículo 4°** en su párrafo quinto, señala que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, siendo el Estado quien garantice el respeto a este derecho. También indica que el daño y deterioro ambiental generarán responsabilidad para quien lo provoque en términos dispuestos por las leyes, a partir de ello es la importancia de procurar un estricto cumplimiento a las normas ambientales para este tipo de proyectos.

Este artículo contiene la obligación de las autoridades en el ámbito de sus competencias para actuar en pro del cuidado y bienestar del medio ambiente, así como de los efectos que se generan al causar un daño o deterioro al ambiente por parte de cualquier persona que lo cause, remitiéndolo a las leyes aplicables.



El **artículo 25** contiene la rectoría que posee el Estado para el desarrollo nacional, debiendo garantizar que éste sea de manera integral y sustentable, visión que permea los demás órdenes de gobierno. El proyecto se vincula con este artículo en función de que su realización dará cumplimiento a los distintos planes y programas sectoriales. Asimismo, este artículo es el fundamento legal para esos mismos planes y programas.

El **artículo 27**, menciona, entre otras cosas que, la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

El proyecto está sujeto a las leyes, reglamentos, planes, programas y a la normatividad ambiental vigente aplicable garantizando la conservación de los recursos naturales.

El **artículo 28**, menciona, entre otras cosas que, la comunicación vía satélite y los ferrocarriles son áreas prioritarias para el desarrollo nacional en los términos del artículo 25 de esta Constitución; el Estado al ejercer en ellas su rectoría, protegerá la seguridad y la soberanía de la Nación, y al otorgar concesiones o permisos mantendrá o establecerá el dominio de las respectivas vías de comunicación de acuerdo con las leyes de la materia.

De acuerdo con este artículo el proyecto es prioritario para el desarrollo nacional, ya que, a medida que crece y se favorece este tipo de infraestructura ferroviaria, se robustece la competitividad del sector económico del país, al reducir costos logísticos, del mismo modo, la mayor participación del ferrocarril en el sector de comunicaciones mexicanas terrestres genera beneficios tanto a la comunidad como al ambiente al reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Cabe mencionar que, se llevarán a cabo las medidas de mitigación para contrarrestar los impactos ocasionados con el desarrollo del proyecto, como es la construcción de obras de conservación y restauración de suelo y agua, actividades de restauración forestal para la protección y conservación de la biodiversidad.

En el **artículo 73 fracción XXIX-G**, señala la concurrencia del Gobierno Federal y de los gobiernos de las entidades federativas, Municipios y en su caso de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Razón por la cual la presente MIA se ingresa ante la autoridad competente, así mismo, el proyecto se apega a las Leyes que proceda de la constitución en materia de protección al ambiente, de reservación y restauración del equilibrio ecológico.

La naturaleza del proyecto es federal, sin embargo, será necesario atender las disposiciones estatales y municipales, en lo relacionado a permisos de construcción y recolección de residuos que serán generados en las distintas etapas del proyecto. Para este efecto, el **artículo 115** contiene las funciones y servicios públicos de los cuales estarán a cargo de los municipios.

La siguiente tabla contiene, a manera de resumen, la base Constitucional aplicable al proyecto, la cual brinda validez y seguridad jurídica a las actividades a realizar.

**Tabla 16. Artículos Constitucionales vinculados con el Proyecto.**

ARTÍCULO	PÁRRAFO/FRACCIÓN	DERECHO QUE SE CONSAGRA
1° - Derechos Humanos	Párrafos 1°, 2° y 3°	Reconocimientos de los derechos consagrados en la Constitución y derechos internacionales, universalidad de los derechos humanos.
4° - Derecho a un medio ambiente sano	Párrafo 5°	Derecho a un medio ambiente sano y responsabilidad por daño ambiental.
25° - Desarrollo sustentable	Párrafo 1°	Contiene la rectoría del estado para un desarrollo integral y sustentable.
27° - Derechos de la Nación	Párrafo 3°	Corresponde a la Nación el derecho de imponer a la propiedad privada modalidades al interés público, así como regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de aprobación.
28° - Comunicación para el desarrollo nacional	Párrafo 4°	Los ferrocarriles son áreas prioritarias para el desarrollo nacional, así mismo, el estado le corresponde el otorgamiento de concesiones o permisos de las respectivas vías de comunicación de acuerdo con las leyes de la materia.
73 – De las facultades del congreso	Fracción XXIX-G	Expedir leyes por el Gobierno Federal, Estatal, y municipal en el ámbito de sus perspectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.
115° - Servicios públicos a cargo de los Municipios	Fracción III y V	Funciones y servicios públicos que los municipios tendrán a su cargo, así como las facultades para otorgar licencias y permisos para construcciones

Derivado de los artículos anteriores, el Promovente comprende los derechos humanos y los objetivos del estado en materia de desarrollo y medio ambiente, por lo que aplicará las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el país para el desarrollo del proyecto.

### III.6.2. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE COLIMA

La Constitución Política del Estado de Colima tuvo su última reforma el día 27 de diciembre de 2017, publicada en el Periódico Oficial "El Estado de Colima".

En el **artículo 1°** reconoce, promueve, respeta, protege y garantiza los derechos humanos reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como las garantías para su protección.

Lo anterior se vincula con el proyecto con base en lo señalado en el apartado anterior, de los cuales destaca la universalidad de los derechos humanos y, el derecho humano a un medio ambiente sano, así como la responsabilidad ambiental, mediante el cumplimiento de lo señalado por las leyes ambientales y, con la realización del presente estudio y la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

El **artículo 33** señala que, es facultad del congreso, expedir leyes para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente, que establezcan la concurrencia de los gobiernos estatal, y municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, conforme a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la ley general reglamentaria correspondiente. El proyecto dará cumplimiento a los criterios contenidos en las políticas públicas y cuerpos normativos ambientales del Estado de Colima, fomentando, con ello, el respeto a la integridad de los ecosistemas.

### III.6.3. LEYES FEDERALES VIGENTES

#### III.6.3.1. LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

Esta Ley publicada en el 2004, con su última reforma publicada en el DOF el 19 de abril de 2018; tiene por objeto establecer:

- I. Los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación;
- II. El régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal;
- III. La distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles;
- IV. Las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal;
- V. Las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales;
- VI. Las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y
- VII. La normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

El **artículo 7** señala que, entre otros, son bienes de uso común, los caminos, carreteras, puentes y **vías férreas que constituyen vías generales de comunicación, con sus servicios auxiliares** y demás partes integrantes establecidas en la ley federal de la materia.

De acuerdo con el artículo 7, el área del proyecto es un bien de uso común. En este sentido, se tiene por parte de la SCT la concesión a favor de Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V., del área del proyecto y el derecho de vía, por lo tanto, se cuentan con las condiciones legales para realizar la "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668" (Anexo A. Concesión).

### III.6.3.2. LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN

Ley publicada en 1940, última reforma publicada DOF 15 de junio de 2018. En su artículo 3 señala que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercitará sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, entre otros, los siguientes casos:

- I. Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación;
- II. Vigilancia, verificación e inspección de sus aspectos técnicos y normativos;
- III. **Otorgamiento, interpretación y cumplimiento de concesiones;**

Esta Ley en su Capítulo III, **artículo 8** menciona que, para construir, establecer y explotar vías generales de comunicación, o cualquiera clase de servicios conexos a éstas, será necesario el tener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la **Secretaría de Comunicaciones y Transportes** y con sujeción a los preceptos de esta Ley y sus Reglamentos.

El proyecto se vincula con esta Ley, en el sentido de que, la empresa Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V cuenta con la concesión del área del proyecto y el derecho de vía, otorgada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### III.6.3.3. LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO Y SU REGLAMENTO.

Esta Ley tuvo su última reforma el día 24 de abril de 2018 y tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación, mantenimiento y garantía de interconexión en las vías férreas cuando sean vías generales de comunicación, así como procurar las condiciones de competencia en el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera y los servicios auxiliares.

El proyecto involucra la "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado", por lo que en sí mismo se cumple y atiende a lo establecido en los artículos que se enlistan y se vinculan con el proyecto.

El **Artículo 2** menciona que, entre otras cosas, se entiende por derecho de vía, la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación ferroviaria, cuyas dimensiones y características fije la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Así mismo, **el artículo 3**, menciona, entre otras cosas, que las vías férreas son vías generales de comunicación cuando:

- I. Comuniquen entre sí a dos o más entidades federativas;

- II. En todo o parte del trayecto, estén dentro de la zona fronteriza de cien kilómetros o en la faja de cincuenta kilómetros a lo largo de las costas, con excepción de las líneas urbanas que no crucen la línea divisoria con otro país y que no operen fuera de los límites de las poblaciones, y
- III. Entronquen o conecten con alguna otra vía férrea de las enumeradas en este artículo, siempre que presten servicio al público. Se exceptúan las líneas urbanas que no crucen la línea divisoria con otro país.

Son parte integrante de la vía general de comunicación ferroviaria el derecho de vía, los centros de control de tráfico y las señales para la operación ferroviaria.

Por otra parte, **el artículo 7**, menciona que, se requiere de concesión para:

- I. Construir, operar y explotar vías férreas, que sean vía general de comunicación. Los concesionarios podrán contratar con terceros, la construcción, la conservación y el mantenimiento de las vías férreas, pero, en todo momento, el concesionario será el único responsable ante el Gobierno Federal por las obligaciones establecidas a su cargo en la respectiva concesión, y
- II. Prestar el servicio público de transporte ferroviario. Las concesiones de que trata el presente artículo podrán comprender los permisos para prestar servicios auxiliares, caso en el cual no será necesario obtener el permiso a que se refiere el artículo 15 de la presente Ley

Así mismo, el artículo 8 menciona que, las vías generales de comunicación ferroviaria se mantendrán en todo momento dentro del dominio público de la Federación. Las vías férreas que se construyan al amparo de un título de concesión pasarán a formar parte del dominio público inmediatamente, con independencia de las condiciones y plazo de la concesión.

El presente estudio da cumplimiento a la fracción III del artículo 3, ya que se trata de la ampliación del patio Tepalcates, así mismo, el proyecto tiene un DDV total de 70 m, a partir del centro de su eje son 35 m de cada lado. Todo el DDV es concesión de Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V. En este caso, el proyecto se pretende desarrollar sobre el eje izquierdo en sentido de la ciudad de Cuytlán a manzanillo.

En su **artículo 25** establece que de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas.

La Secretaría por sí, o a petición y por cuenta de los interesados o concesionarios, efectuará la compraventa o, en su defecto, promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material, necesarios para la construcción, conservación y mantenimiento de vías férreas, incluyendo los derechos de vía.

Los terrenos federales y aguas nacionales, así como los materiales existentes en éstos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas, y derechos de vía correspondientes, conforme a las disposiciones legales aplicables.

La ampliación del patio tepalcates, es un proyecto que en todo momento estará sujeto a la normatividad y a las disposiciones legales aplicables.

Así mismo, el artículo 27 menciona, entre otras cosas que, para realizar trabajos de construcción o reconstrucción en las vías férreas concesionadas, se requerirá la aprobación previa de la Secretaría del proyecto ejecutivo y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse.

Razón por la cual el presente estudio es ingresado para su evaluación ante la SEMARNAT, así mismo, el proyecto se apega a las Leyes que proceda de la constitución en materia de protección al ambiente, de reservación y restauración del equilibrio ecológico.

Su **artículo 53** menciona que, es obligación de los concesionarios del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros o de carga, en los términos que determine la Secretaría, conforme al Reglamento de esta Ley: I.

II. Garantizar el pago de los daños que puedan ocasionarse a terceros en su persona y sus bienes, vías generales de comunicación y cualquier otro daño que pudiera generarse por el equipo o por la carga. Tratándose de materiales, sustancias, residuos, remanentes y desechos tóxicos o peligrosos, deberá contratarse un seguro en los términos

En caso de accidentes o contingencias se harán válidas las pólizas de seguro para atender las necesidades según sea el caso, incluyendo la atención de contingencias ambientales.

#### REGLAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DEL SERVICIO FERROVIARIO

El presente reglamento fue publicado en el DOF el 30 de septiembre de 1996, cuya última reforma fue realiza el 18 de agosto de 2016. Este reglamento tiene por objeto o regular el Servicio Público de Transporte Ferroviario y las vías generales de comunicación ferroviaria, su construcción, conservación, mantenimiento, operación, explotación y garantía de Interconexión, Derechos de Arrastre y de Paso, así como la prestación de los servicios ferroviarios, en los que se procurarán condiciones de competencia, conforme a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.

En su **artículo 2** menciona que, para efectos de este Reglamento, además de las definiciones establecidas en el artículo 2 de la Ley, se entenderá por:

XIX. Patio: sistema de Vías Férreas conformado por vías principales y auxiliares para la recepción, formación y despacho de Trenes y, en general para apoyar la prestación del Servicio Público de Transporte Ferroviario y los servicios de Interconexión y los servicios auxiliares;

El proyecto cumple con la definición marcada en el presente artículo ya que se trata de la "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado".



Por otra parte, en su **artículo 4** menciona que, las concesiones a que se refiere el artículo 7 de la Ley podrán otorgar derechos a una misma persona tanto para construir, operar y explotar una vía general de comunicación ferroviaria, como para prestar el Servicio Público de Transporte Ferroviario de Carga y Pasajeros.

El proyecto y todo el DDV es concesión de Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V., por lo que tiene el derecho de realizar la "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado".

En su **artículo 29** menciona que, el Derecho de Vía será determinado por la Secretaría conforme a las condiciones de la topografía de la región, a la geometría de la Vía Férrea y, en su caso, al proceso de construcción que se llevará a cabo, en el entendido que deberá comprender una franja de terreno de por lo menos quince metros de cada lado de la Vía Férrea, medidos a partir del eje horizontal de la misma, entendiéndose por éste la parte media del escantillón de vía.

Únicamente en casos debidamente justificados y que no pongan en riesgo la seguridad de la operación de las Vías Férreas y la prestación de los servicios ferroviarios se podrá autorizar que sean menos de quince metros. Tratándose de Vías Férreas que cuenten con doble vía o Laderos, el Derecho de Vía se determinará a partir del eje de la vía del extremo que corresponda. En caso de Patios, la Secretaría determinará la franja de terreno que constituirá el Derecho de Vía, conforme a las características y necesidades de cada caso.

El proyecto tiene un DDV total de 70 m, a partir del centro de su eje son 35 m de cada lado. Todo el DDV es concesión de Ferrocarril Mexicano S.A. de C.V.

#### **III.6.3.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) Y SU REGLAMENTO**

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos a fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Dicha ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la federación, los estados, el distrito federal y los municipios bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus

recursos a fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Dicha ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la federación, los estados, el distrito federal y los municipios bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

En cumplimiento con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presenta además de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) el Estudio Técnico Justificativo para la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en virtud de que el área del proyecto se ubica en terrenos con vegetación, con el cual se justifica que la remoción de la vegetación para el desarrollo del proyecto no compromete la biodiversidad, no provocará la erosión de los suelos, no provocará el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación; y que los usos propuestos del suelo serán más productivos a largo plazo, tal como lo establece la Ley General de Desarrollo Forestal en observancia a los instrumentos jurídicos ambientales con respecto a las obras y/o actividades que contemplen un cambio de uso del suelo en terreno forestal.

#### **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE**

El Reglamento tiene por objeto regular la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. Establece los instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

En cumplimiento con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) apegada con la normatividad ambiental vigente garantizando la conservación, protección y restauración de los ecosistemas.

#### ***III.6.3.5. LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL***

Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación, la preservación, la restauración y el mejoramiento

del ambiente, la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos.

Obedeciendo a lo mencionado, el desarrollo del proyecto no alterará el control de la calidad de las aguas; propiciará la protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres por medio del Programa de Reforestación, del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna; y la ubicación y formación de los depósitos de desmontes, se apegarán a lo dispuesto por la normatividad vigente.

El proyecto se ajusta y corresponde a las disposiciones jurídicas establecidas en la LGEEPA, en el artículo 28, fracción I (Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;) y la fracción VII (Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas). Así mismo, en el Reglamento el reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, en el capítulo II, artículo 5°, establece que, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, inciso B) Vías generales, e inciso O), Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

#### **REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA LGEEPA**

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este Artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

En este sentido, en el Capítulo II del Artículo 5° del reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se establece que, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: inciso **B) Vías generales de comunicación**, e inciso **O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en Selvas y Zonas Áridas**:

Finalmente, en el Capítulo III del Artículo 11 del mismo reglamento se establece que, para el presente proyecto se debe realizar una Manifestación de Impacto Ambiental, por tratarse de las actividades ferroviarias, estando dentro de la fracción I:

- I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y **vías férreas**, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

En este sentido, se ingresa la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado" ya que se trata de un proyecto ferroviario.

Finalmente, en el mismo Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, en el capítulo III, artículo 11, establece para el proyecto la realización de una Manifestación de Impacto ambiental modalidad regional por tratarse de vías férreas.

Por otra parte, en el Capítulo III Política Ambiental, en el Artículo 15 señala lo siguiente:

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

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

En este sentido, se ingresa la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado".

### **III.6.3.6. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE**

El objeto de la Ley General de Vida Silvestre es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Esta Ley

es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales.

El Artículo 19 de esta Ley menciona que las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

Estas medidas, están descritas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, tomando como base los resultados presentados en los capítulos 4 del presente proyecto y dando prioridad a las especies en riesgo. Para lo cual, se hizo una comparación con la lista emitida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sobre aquellas especies de flora y fauna encontradas en la salida de campo, encontrando que, para el área de proyecto se registró 2 especies de fauna bajo estatus de protección según la norma. Además, se tiene el registro de esas especies dentro del Sistema ambiental regional.

En este sentido, se propone un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, donde se plantea que los individuos de esta especie serán ahuyentados y de ser necesario rescatados y reubicados, y de esta manera evitar cualquier afectación.

### **III.6.3.7. LEY DE AGUAS NACIONALES**

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

De acuerdo con el mapa de hidrología superficial, en el Sistema ambiental regional donde se ubica el proyecto se nota la existencia de escurrimientos superficiales intermitentes y la laguna Cuyutlán, sin embargo, es importante mencionar que, el proyecto en ningún momento interfiere con estos.

En cuanto a la hidrología subterránea, el responsable de la ejecución de las obras gestionará un manejo adecuado de los residuos que se generan, evitando la posible contaminación de agua, por otro lado el impacto de la remoción de la cobertura forestal implica directamente en la disminución de la captación de agua y aumento del escurrimiento superficial tal, por lo que para compensar esta pérdida, el promovente será el responsable de llevar la ejecución de obras de conservación de suelo y agua, en conjunto con otras actividades de restauración descritas en el capítulo VI de la presente MIA.

### III.6.3.8. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Los preceptos de esta ley son reglamentarios del Artículo 4° Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

Dentro de las disposiciones generales de la Ley, el Artículo 6° hace referencia a que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

- I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,
- II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

Es por esto, que el presente proyecto se apega a lo dispuesto en el primer inciso y las afectaciones o modificaciones no serán adversas, ya que a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental y en un Estudio Técnico Justificativo serán explícitamente identificados, delimitados y evaluados, y a través de los diversos programas se presentan propuestas para que sean mitigados y/o compensados.

Por lo que es importante mencionar que, el desarrollo del proyecto será llevado a cabo una vez que se cuente con las autorizaciones en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo forestal expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### III.6.3.9. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Esta Ley tiene por objeto reglamentar y regir en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría



de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Hace especial énfasis en el manejo integral de residuos peligrosos (almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, disposición final). Las disposiciones en materia de residuos, tanto peligrosos como los residuos sólidos urbanos para el desarrollo del proyecto serán acatadas conforme a la presente Ley.

Relacionado con los Residuos Peligroso, en el Título Cuarto se define la forma de identificar los residuos peligrosos, Categorías de generador y registro de generador residuos peligrosos; Disposiciones generales; así como los Criterios de operación en el manejo integral de residuos peligrosos.

De acuerdo con esta Ley es obligación del responsable de la ejecución de las obras, gestionar un manejo adecuado de los residuos que se generen, detallándose las medidas de prevención para el manejo de residuos generados del presente proyecto, donde se consideran la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. El Proyecto contempla las medidas para prevenir la contaminación del suelo; la recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos se hará a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT.

### *III.6.3.10. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU REGLAMENTO*

Ley publicada en el 2012, última reforma publicada 13 de julio de 2018. La presente Ley establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

De acuerdo con el **artículo 2**, esta Ley tiene por objeto:

- I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;
- II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;
- III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;
- IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;
- V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

- VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;
- VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y
- VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Por su parte el **artículo 7** establece las atribuciones de la federación, entre la que se encuentra, el VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, entre otras materias la del Transporte federal y comunicaciones.

El **artículo 87** establece que la Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Así mismo, el **artículo 88** señala que las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.

## REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones. El **artículo 3** señala que para los efectos del artículo 87 de la Ley, se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, entre otros:

- II. **Sector Transporte:**
  - a. Subsector transporte aéreo;
  - b. **Subsector transporte ferroviario;**
  - c. Subsector transporte marítimo, y
  - d. Subsector transporte terrestre;

Por su parte, el **artículo 4** señala las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, entre otras, se encuentra:

- b. **Subsector transporte ferroviario:**
  - b.1. Transporte por ferrocarril, de carga y pasajeros;

Esta Ley se vincula con el proyecto, en el sentido de que el uso del transporte ferroviario de carga reduce considerablemente la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, en comparación con el transporte por carretera convencional. Los ferrocarriles, en promedio, son 4 veces más eficientes en combustible que el autotransporte. Las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente relacionadas con el consumo de combustible. El proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado" busca hacer más eficiente las operaciones del tramo ferroviario.

### III.6.4. LEYES ESTATALES

#### III.6.4.1. LEY PARA EL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE DEL ESTADO DE COLIMA

La Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima (LDFS), fue publicada en el POE en su número 408 del día 02 de septiembre de 2006, no ha sido reformada, teniendo por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del Estado de Colima y sus Municipios, así como distribuir las competencias que en materia forestal les correspondan.

En lo previsto por la LDFS, se atendió en forma supletoria las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus reglamentos y la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.

El artículo 03 de la LDFS indica que se declaran de orden público e interés general

- I. La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales;
- II. La planeación y ejecución de obras destinadas a la conservación, protección y generación de bienes y servicios ambientales;
- III. La protección y conservación de los suelos con el propósito de evitar su erosión;
- IV. La protección y conservación de los ecosistemas que permitan mantener determinados procesos ecológicos esenciales y la diversidad biológica; y
- V. La protección y conservación de las zonas que sirvan de refugio a la fauna y/o floras silvestres que se encuentran en peligro de extinción.

El artículo 10 de la LDFS señala que el Estado y Los Municipios ejercerán sus atribuciones y obligaciones en materia forestal de conformidad con la distribución de competencias prevista en la Ley General, en esta Ley y las demás disposiciones legales aplicables.

### III.6.4.2. LEY AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE COLIMA

La Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (LADS), fue publicada en el 2002, con la última reforma publicada oficial el 29 de septiembre de 2018. La LADS tiene por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente, así como propiciar el desarrollo sustentable.

El **artículo 44** menciona que, la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual las autoridades ambientales evalúan los efectos que sobre el ambiente y los recursos naturales pueden generar la realización de obras o actividades dentro del territorio del Estado, a fin de evitar y reducir los impactos se proponen medidas preventivas y de mitigación.

Por su parte, el **artículo 118** menciona: el uso o aprovechamiento de la flora y fauna se sujetará a los criterios de sustentabilidad que permitan garantizar la subsistencia de especies o subespecies, sin ponerlas en riesgo de extinción, y su regeneración en la cantidad y calidad necesarias para los ecosistemas de manera que no se altere el equilibrio ecológico y las cadenas naturales. Los programas y actividades de forestación, reforestación, restauración, trasplantación o aprovechamiento de flora y fauna silvestres, procurarán la conservación y el desarrollo de las especies endémicas del Estado.

En este sentido, se realizarán programas de reforestación, rescate y reubicación de flora, ahuyentamiento de fauna y obras de restauración de suelo y agua.

Con base al **artículo 133** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- I. La emisión a la atmósfera de contaminantes como humos, polvos, gases, vapores y olores no deberán rebasar los límites máximos permisibles contemplados en las normas oficiales mexicanas y las normas técnicas ambientales estatales.
- II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera sean de fuentes fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para la salud y bienestar de la población y el mantenimiento del equilibrio ecológico.

El **artículo 145** establece que cualquier actividad comercial, industrial y de servicios deberá observar las normas oficiales mexicanas y normas técnicas ambientales estatales en materia de contaminación generada por ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas y energía térmica y lumínica.

El proyecto cumplirá con lo señalado en los artículos anteriores, esto será a través de los programas y acciones de mitigación y prevención que se tienen contemplados como: medidas de prevención, manejo integral de residuos, actividades de restauración forestal, obras de conservación de agua y suelo y seguridad e higiene.

### III.6.4.3. LEY DEL AGUA PARA EL ESTADO DE COLIMA

La Ley del Agua para el Estado de Colima (LA), fue publicada el 22 de julio de 1995, con su última reforma el 29 de septiembre de 2018. La cual tiene por objeto regular en el Estado de Colima:

- I.- El sistema estatal de agua, alcantarillado y saneamiento
- II.- La prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado
- III.- La prestación del servicio de agua para usos no domésticos
- IV.- La prestación del servicio de saneamiento

El **artículo 11** tiene como objeto reducir la contaminación y atender la degradación de la calidad original de las aguas dentro del sistema, las autoridades estatales y municipales, la Comisión Estatal y los organismos operadores a que se refiere esta ley, en el ámbito de su competencia promoverán el establecimiento de sistemas de potabilización y de tratamiento de aguas residuales y manejo de lodos, así como el fomento de sistemas alternos que sustituyan al alcantarillado sanitario, cuando éste no pueda construirse; y la realización de acciones necesarias para conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas.

Mientras que el **artículo 12** señala que, las autoridades y organismos a que el mismo se refiere, en coordinación con las autoridades federales competentes y atento a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, podrán:

- Vigilar y promover la aplicación de las disposiciones y normas sobre equilibrio ecológico y protección al ambiente, en materia de prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos, así como el acondicionamiento del agua para uso y consumo humano

El proyecto no compromete la calidad y usos del agua, atendiendo uno de los principios que orientan la programación hídrica del Estado, mencionado en el Artículo 15: La conservación, preservación, protección y restauración del agua es de primordial importancia para el Estado de Colima, por lo que este recurso deberá utilizarse de modo que se evite el peligro de su agotamiento y la generación de impactos ecológicos adversos.

Durante la elaboración del proyecto no se generará contaminación al no descargar las aguas de origen sanitario durante sus distintas etapas a las redes de alcantarillado cercanos al polígono del proyecto. Así mismo, para evitar la contaminación de agua, se dispondrán baños temporales donde el aprovisionamiento, retiro y manejo de los residuos generados serán realizadas por empresas que cuenten con autorizaciones sanitarias para estos efectos.

### III.6.4.4. LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DEL ESTADO DE COLIMA

La Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima, publicada en abril de 2006 en el Periódico Oficial "El Estado de Colima", y su última reforma publicada el 14 de septiembre de 2019. La LRS tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.

En este sentido, el proyecto es congruente con los lineamientos, acciones y metas en materia de manejo integral de los residuos sólidos por el artículo 11, las cuales señalan lo siguiente:

- I. Adoptar medidas para la reducción de la generación de los residuos sólidos, su separación en la fuente de origen, su recolección y transporte separados, así como su adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final.
- II. Promover la reducción de la cantidad de los residuos sólidos que llegan a disposición final.
- III. Adoptar medidas preventivas, considerando los costos y beneficios de la acción u omisión, cuando exista evidencia científica que compruebe que la liberación al ambiente de residuos sólidos puede causar daños a la salud o al ambiente.
- IV. Prevenir la liberación de los residuos sólidos que puedan causar daños al ambiente o a la salud humana y la transferencia de contaminantes de un medio a otro.
- V. Prever la infraestructura necesaria para asegurar que los residuos sólidos se manejen de manera ambientalmente adecuada.
- VI. Promover la cultura, educación y capacitación ambientales, así como la participación del sector social, privado y laboral, para el manejo integral de los residuos sólidos.

Es importante mencionar que, los residuos sólidos urbanos generados durante el proyecto tendrán un manejo adecuado, lo cual contempla entre otras cosas, la separación y el almacenamiento adecuado de los residuos, mismos que se recolectarán y serán transportados por la empresa autorizada para tal efecto, en concordancia con el artículo 11.

### III.6.5. REGLAMENTOS MUNICIPALES

#### III.6.5.1. REGLAMENTO DE LIMPIA Y SANIDAD DEL MUNICIPIO DE MANZANILLO

El Reglamento en su **artículo 2** menciona que, su observancia es general y obligatoria para los generadores de residuos sólidos municipales, residuos sólidos no peligrosos y residuos sólidos especiales, así como para los que se dedican a almacenar, recolectar, transportar, dar mantenimiento y/o disposición final a los residuos sólidos municipales, residuos sólidos no peligrosos y residuos sólidos especiales en el Municipio de Manzanillo, Colima.



De acuerdo con el **artículo 6**, para efectos del Reglamento se aplican entre otras, las siguientes definiciones:

**RESIDUO SOLIDO (RS)**, cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuyo estado no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genero.

**RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS (RSNP)**, residuos sólidos que provienen de actividades que se desarrollan en industrias, comercios, empresas de servicios, demoliciones y construcciones que no excedan los parámetros de ninguna de las características establecidas en la Norma Oficial Mexicana de Residuos Peligrosos.

**RESIDUO SOLIDO MUNICIPAL (RSM)**, residuo sólido que proviene de las actividades normales que se desarrollan en casas habitación y que su generación no exceda de 25 kilogramos por evento de recolección por vivienda. También se consideran los generados en sitios y vías públicas y en los mercados municipales.

En cuanto a la disposición final, en su **artículo 28** señala que, la disposición final de residuos sólidos municipales se realizará únicamente en los rellenos sanitarios autorizados por el Ayuntamiento: No se permitirá ningún tipo de tiradero a cielo abierto y la persona o personas que sean sorprendidas depositando residuos sólidos a cielo abierto serán sancionadas conforme a lo establecido por este Reglamento, además de las sanciones que establezcan otras instituciones estatales o federales.

Relacionado con los Residuos sólidos no peligrosos, el **artículo 30** menciona que, quedan comprendidos dentro de esta sección del reglamento los residuos sólidos no peligrosos generados como consecuencia de las siguientes actividades y situaciones:

I. **Actividades comerciales, empresas de servicios, industriales, agrícolas, de construcción y de demolición.**

II. Lodos provenientes de plantas de tratamientos de aguas caracterizados como residuos sólidos no peligrosos, así como los azolves de estanques, canales a cielo abierto, presas y bordos. El generador de este tipo de residuos deberá registrarse ante la Dirección de Limpia y Sanidad ajustándose a las normas.

En el **artículo 44**, los propietarios o administradores de industrias, talleres, comercios, restaurantes, oficinas, centros de espectáculos o similares, deberán transportar por cuenta propia sus residuos sólidos limpios y separados a los centros de acopio que establezca la Dirección de Limpia y Sanidad, en vehículos que deberán reunir las características que señala este reglamento.

El proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado" se ajustará a los preceptos establecidos en el Reglamento de construcciones del municipio de

Manzanillo. Por lo tanto, previo al inicio de la construcción, será necesario el obtener la licencia de construcción. Para obtener dicha licencia será necesario cumplir con los criterios y lineamientos establecidos en el Reglamento, por ejemplo, el apartado de Utilización y conservación de edificios y predios; Previsión contra incendios; Accesibilidad y facilidad de evacuación; Recubrimientos y divisiones; Pavimentos, y demás que sean aplicables a las características del proyecto.

### *III.6.5.2. REGLAMENTO DE ECOLOGÍA PARA EL MUNICIPIO DE MANZANILLO*

El reglamento fue publicado en enero de 2003, con su última reforma en enero del 2018. Tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente en el municipio de Manzanillo, Colima; en el ámbito de su competencia y de conformidad con las facultades consignadas en la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.

El **artículo 5** señala que para efectos del presente Reglamento se consideran prioritarios:

- I. El ordenamiento ecológico y territorial del municipio.
- II. El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Manzanillo y sus programas parciales.
- III. El establecimiento de áreas naturales protegidas de jurisdicción local, áreas de valor ambiental y áreas y espacios verdes en el territorio municipal.
- IV. El ejercicio de medidas para la prevención, corrección y control de la contaminación del aire, agua y suelo en el territorio municipal.
- V. El establecimiento de planes, programas y actividades que fomenten la educación y cultura ecológica.
- VI. La coordinación y concertación con las diversas dependencias federales, estatales y municipales en el ámbito de la materia del presente ordenamiento.
- VII. La adquisición de equipo y maquinaria necesarios para la atención adecuada de los problemas ambientales en el municipio

Las autorizaciones en materia ambiental del proyecto son de competencia federal dado la naturaleza del proyecto. No obstante, el proyecto cumplirá con los temas prioritarios del Reglamento (artículo 5), esto será a través de los programas y acciones de mitigación y prevención que se tienen contemplados como: medidas de prevención, manejo integral de residuos, actividades de restauración forestal, obras de conservación de agua y suelo y seguridad e higiene, tal como se describen en el capítulo VI del presente estudio. Así mismo, observando los ordenamientos ecológicos y territoriales aplicables al área del proyecto.

Con base a este reglamento, el artículo 23 y 24 establecen lo siguiente:

**Artículo 23:** Para efectos del artículo anterior, las personas físicas o morales interesadas en la realización de las obras o actividades siguientes, requerirán previamente de la Dependencia Ambiental Municipal, autorización de impacto ambiental.

**Artículo 24:** El procedimiento de evaluación se inicia mediante la presentación del documento denominado manifiesto de impacto ambiental, o en su caso, del de diagnóstico ambiental, ante la dependencia ambiental municipal y concluye con la resolución que ésta emita.

Con respecto a los artículos anteriores se presenta la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional con el fin de obtener la autorización de impacto ambiental correspondiente para el proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado"

Cabe mencionar que se realizarán programas de rescate y reubicación de flora y fauna para la preservación de las especies que se encuentren en categoría en riesgo y para la preservación del ecosistema como lo establece el siguiente artículo del reglamento:

**Artículo 60:** El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean hábitat de especies de flora o fauna silvestre, especialmente las que sean propias del municipio, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

En los siguientes artículos se hace mención a la contaminación de suelos, agua y atmosfera:

**Artículo 66:** La dependencia ambiental municipal prohibirá las descargas que sin previo tratamiento se viertan a las redes de drenaje y alcantarillado, ríos, corrientes de agua o en campo abierto, cuando contengan contaminantes o sustancias que afecten el entorno ecológico del municipio.

**Artículo 78:** Queda prohibido descargar, depositar, o infiltrar contaminantes, en los suelos sin el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas o normas técnicas ambientales estatales que se emitan que para el efecto se expidan.

**Artículo 91:** Se prohíbe emitir contaminantes a la atmósfera tales como humos, polvos, gases y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas que se expidan y demás disposiciones aplicables.

Como se ha mencionado anteriormente no se realizarán descargas o residuos en aguas o suelos y se llevarán a cabo medidas preventivas y de mitigación.

# Capítulo IV

## CONTENIDO

IV. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	1
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	1
LV.1.1. MÉTODO DE DELIMITACIÓN.....	2
LV.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....	3
IV.1.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP).....	6
LV.1.3.1. DELIMITACIÓN DEL AIP.....	6
LV.1.3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIÓTICAS.....	7
IV.1.4. ÁREA DEL PROYECTO (AP).....	7
IV.1.5. ÁREA DE REMOCIÓN.....	8
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	8
IV.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS.....	8
IV.2.1.1 CLIMA.....	8
IV.2.1.1.1. TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL, ANUAL Y EXTREMA.....	9
IV.2.1.1.2. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL Y ANUAL.....	10
IV.2.1.1.3. PERIODO DE SEQUIA.....	11
IV.2.1.1.4. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....	12
IV.2.1.1.6. CICLONES TROPICALES.....	13
LV.2.1.1.6. VIENTOS.....	15
IV.2.1.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	16
LV.2.1.2.1. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.....	16
LV.2.1.2.2. FALLAS Y FRACTURAS.....	18
LV.2.1.2.3. SISMICIDAD.....	19
LV.2.1.2.4. HUNDIMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS.....	20
LV.2.1.2.5. INUNDACIONES.....	21
IV.2.1.3. TOPOGRAFÍA.....	22
IV.2.1.3.1. ELEVACIONES.....	22
IV.2.1.3.2. PENDIENTE DEL TERRENO.....	23
IV.2.1.3.3. EXPOSICIÓN.....	24
III.2.1.3.4. TOPOFORMAS.....	26

IV.2.1.3.5. PROVINCIA FISIAGRÁFICA.....	27
IV.2.1.3.6. SUBPROVINCIAS FISIAGRÁFICAS.....	27
IV.2.1.4. EDAFOLOGÍA.....	28
IV.2.1.4.1. UNIDADES DE SUELO .....	28
LV.2.1.4.2. EROSIÓN HÍDRICA .....	32
LV.2.1.4.2.1. EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	48
LV.2.1.4.2.2. EROSIÓN HÍDRICA EN EL ÁREA DE REMOCIÓN .....	49
LV.2.1.4.3. EROSIÓN EÓLICA.....	54
LV.2.1.4.3.1. EROSIÓN EÓLICA DEL SUELO POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	67
LV.2.1.4.3.2. EROSIÓN EÓLICA EN EL ÁREA DE REMOCIÓN.....	69
IV.2.1.4.4. NIVEL DE EROSIÓN TOTAL (HÍDRICA Y EÓLICA) .....	72
IV.2.1.4.6. ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SUELO .....	76
IV.2.1.5. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.....	83
LV.2.1.5.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL CONTEXTO DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA FORESTAL.....	83
LV.2.1.5.2. RECURSOS HIDROLÓGICOS LOCALIZADOS EN EL SAR (RÍOS, EMBALSES Y CUERPOS DE AGUA).....	85
IV.2.1.5.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL CONTEXTO HIDROGRÁFICO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	86
LV.2.1.5.5. BALANCE HÍDRICO .....	87
LV.2.1.5.5.1. ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN .....	88
LV.2.1.5.5.2. INTERCEPCIÓN .....	90
LV.2.1.5.5.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (ETR).....	94
LV.2.1.5.5.4. ESCURRIMIENTO MEDIO.....	97
LV.2.1.5.5.4. INFILTRACIÓN.....	103
IV.2.1.6 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.....	106
IV.2.1.6.1. DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA .....	107
IV.2.1.7. AIRE .....	111
IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS .....	112
IV.2.2.1. VEGETACIÓN.....	112
IV.2.2.1.1. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) .....	112
IV.2.2.1.2. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN ÁREA DEL PROYECTO .....	114
IV.2.2.1.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	115
IV.2.2.1.4. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA, PARÁMETROS BIÓTICOS E ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE ESPECIES .....	118
IV.2.2.1.4.1. DISEÑO DE MUESTREO .....	118
IV.2.2.1.4.2. VARIABLES EVALUADAS .....	127
IV.2.2.1.4.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	128

IV.2.2.1.4.4. CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO .....	128
IV.2.2.1.4.5. CÁLCULO Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE SHANNON Y EQUIDAD DE ESPECIES .....	161
IV.2.2.1.4.6. RESUMEN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (IVIE) DEL ÁREA DEL PROYECTO Y EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ..	173
IV.2.2.1.5. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO. ....	176
IV.2.2.1.5.1. METODOLOGÍA DE MUESTREO .....	177
IV.2.2.1.5.2. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS Y VOLUMEN TOTAL A REMOVER .....	190
IV.2.2.1.5.3. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS .....	191
IV.2.2.2. FAUNA .....	193
LV.2.2.2.1. ESPECIES POTENCIALES POR LOCALIZARSE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO.....	193
LV.2.2.2.1.1. RIQUEZA POTENCIAL DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO .....	193
LV.2.2.2.2. FAUNA SILVESTRE DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 .....	205
LV.2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE FAUNA PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO.....	207
LV.2.2.2.3.1. DISEÑO DE MUESTREO .....	207
IV.2.2.2.3.2. ESPECIES REGISTRADAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y ÁREA DEL PROYECTO.....	214
LV.2.2.2.4. ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y EQUIDAD DE FAUNA .....	217
IV.2.2.2.4.1. METODOLOGÍA.....	217
LV.2.2.2.4.2. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE FAUNA SILVESTRE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	219
LV.2.2.2.4.3. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE FAUNA SILVESTRE EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	228
IV.2.2.2.4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DEL PROYECTO RESPECTO AL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL, DETERMINANDO LA REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES QUE DEMUESTREN, EN SU CASO QUE NO SE AFECTA LA BIODIVERSIDAD .....	240
IV.2.3. SOCIOECONÓMICO.....	243
IV.2.3.1. POBLACIÓN.....	243
IV.2.3.2. EDUCACIÓN .....	244
IV.2.3.3. SALUD .....	244
IV.2.3.4. SERVICIOS PÚBLICOS Y SU INFRAESTRUCTURA .....	244
IV.2.3.5. ECONOMÍA .....	245
IV.2.3.6. CULTURA.....	245
IV.2.4. PAISAJE .....	245
IV.2.4.1. CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE (CV) EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	247



IV.2.4.2. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN VISUAL (CAV) EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	250
IV.2.4.3. GRADO DE VISIBILIDAD EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	253
IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	256
IV.3.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL.....	256
IV.3.1.1. EVALUACIÓN MULTICRITERIO O CLASIFICACIONES JERÁRQUICAS DE SAATY .....	256
IV.3.1.2. PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS.....	257
IV.3.1.3. CRITERIOS DE VALORACIÓN.....	258
IV.3.2. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE CAMBIO USO/COBERTURA DEL SUELO Y VEGETACIÓN DE LA REGIÓN .....	261
IV.3.2.1. CAMBIO DE USO DE SUELO DE 1993 A 2014 EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	264
IV.3.2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL SAR .....	267

CONSULTA PÚBLICA

## Indice de tablas

Tabla 1. Orden de corrientes superficiales que se forman en el SAR. ....	4
Tabla 2. Características de la densidad de drenaje. ....	4
Tabla 3. Tipos de clima existentes en el SAR. ....	8
Tabla 4. Estación meteorológica cercana al SAR. ....	9
Tabla 5. Temperatura promedio mensual y anual de la estación analizada. ....	9
Tabla 6. Temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica. ....	10
Tabla 7. Precipitación promedio mensual y anual de la estación analizada. ....	10
Tabla 8. Variables climatológicas, temperatura y precipitación promedio de la estación. ....	12
Tabla 9 Fenómenos hidrometeorológicos en la estación. ....	13
Tabla 10. Velocidades en Km/hr alcanzadas por los huracanes. ....	13
Tabla 11. Registro histórico de ciclones tropicales que han pasado sobre la superficie del SAR en los últimos años. ....	14
Tabla 12. Grado de riesgo por ciclones tropicales el el SAR. ....	14
Tabla 13. Clase de rocas en el SAR. ....	17
Tabla 14 Tipo de rocas en el SAR. ....	17
Tabla 15. Elevaciones presentes en el SAR. ....	22
Tabla 16. Pendientes presentes en el SAR. ....	23
Tabla 17. Pendiente mínima, máxima y media del SAR. ....	24
Tabla 18. Exposiciones presentes en el SAR. ....	25
Tabla 19. Topoformas presentes en el SAR. ....	26
Tabla 20. Unidades y subunidades de suelo presente en el SAR. ....	29
Tabla 21. Clasificación de los niveles de erosión (FAO) ....	33
Tabla 22. Capas de información geográfica para implementar la RUSLE. ....	34
Tabla 23. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México. ....	35
Tabla 24. Valores del Factor K. ....	37
Tabla 25. Factor K de los suelos del SAR. ....	39
Tabla 26. Valores de C para áreas forestales (TRAGSA, 1998) ....	42
Tabla 27. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998) ....	43
Tabla 28. Valores de C para áreas agrícolas (INIFAP, 2007) ....	44
Tabla 29. Valores de C para la RUSLE. ....	44
Tabla 30. Valores del factor de método de control de la erosión (Becerra, 1999). ....	46
Tabla 31. Nivel de erosión hídrica en el SAR. ....	48
Tabla 32. Nivel de erosión hídrica por tipo de vegetación. ....	48
Tabla 33. Valores rasterizados de los factores de la EUPS para el escenario actual. ....	50
Tabla 34. Nivel de erosión hídrica del área actualmente sin proyecto. ....	50
Tabla 35. Erosión Hídrica promedio actualmente sin proyecto. ....	50
Tabla 36. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998) ....	51
Tabla 37. Clasificación de los niveles de erosión hídrica con la ejecución del proyecto. ....	53
Tabla 38. Erosión hídrica con la ejecución del proyecto. ....	53
Tabla 39. Incremento de la Erosión por el proyecto. ....	53
Tabla 40. Resultados del cálculo de la Intensidad de Calor y su constante a por mes. ....	57
Tabla 41. Proceso de la ecuación para la obtención de PET por mes. ....	57
Tabla 42. Factor de corrección de la PET estándar en función de la latitud (Dunne y Leopold, 1978). ....	58
Tabla 43. Resultados de la estimación de PET Corregida. ....	58

Tabla 44. Valores del factor C para el cálculo de la agresividad climática. ....	59
Tabla 45. Clasificación de las valoraciones del factor "C". FAO (1980). ....	60
Tabla 46. Valoraciones para el factor suelo "S" adimensional. FAO (1980). ....	60
Tabla 47. Unidades edafológicas en el SAR. ....	60
Tabla 48. Factor de ponderación del factor topográfico "T". FAO (1980) ....	62
Tabla 49. Valoraciones del factor vegetación natural "V" adimensional. FAO (1980). ....	62
Tabla 50. Valoraciones del factor vegetación natural "V" para el SAR. ....	62
Tabla 51. Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional). FAO (1980). ....	63
Tabla 52. Valoraciones del factor vegetación natural "L" para el SAR. ....	65
Tabla 53. Factores e insumos para el cálculo de la erosión eólica. ....	66
Tabla 54. Nivel de Erosión eólica actual en el SAR: ....	68
Tabla 55. Erosión eólica mínima, máxima y promedio de la erosión eólica actual: ....	68
Tabla 56. Nivel de erosión eólica por tipo de vegetación. ....	68
Tabla 57. Nivel de Erosión eólica actual sin proyecto. ....	70
Tabla 58. Erosión eólica mínima, máxima y promedio de la erosión eólica actual. ....	70
Tabla 59. Clasificación de los niveles de erosión eólica una vez ejecutado el proyecto. ....	71
Tabla 60. Erosión eólica mínima, máxima y promedio de la erosión eólica con proyecto. ....	71
Tabla 61. Incremento de la Erosión eólica por el proyecto. ....	72
Tabla 62. Erosión potencial total en el SAR. ....	72
Tabla 63. Erosión potencial total en el área del proyecto. ....	73
Tabla 64. Incremento potencial de la Erosión por la ejecución del proyecto ....	75
Tabla 65. Tipos de degradación del suelo existentes en el SAR. ....	76
Tabla 66. Erosión presente en el SAR. ....	80
Tabla 67. Tipos de erosión existentes en el SAR. ....	80
Tabla 68. Ubicación hidrológica del área del proyecto. ....	84
Tabla 69. Disponibilidad media anual de las aguas superficiales de las cuencas hidrológicas de la RH15. ....	84
Tabla 70. Volumen de agua precipitada en el SAR. ....	89
Tabla 71. Estimación del agua precipitada por tipo de vegetación y cobertura. ....	89
Tabla 72. Factor de intercepción. ....	90
Tabla 73. Coeficientes de intercepción y % de cobertura de arboles en el SAR. ....	91
Tabla 74. Volumen de agua interceptada el SAR. ....	92
Tabla 75. Estimación del agua captada por tipo de vegetación y cobertura. ....	93
Tabla 76. Factor de intercepción en Bosque o Selva. ....	93
Tabla 77. Intercepción de la vegetación escenario actual. ....	94
Tabla 78. Intercepción de la vegetación escenario con proyecto. ....	94
Tabla 79. Estaciones meteorológicas empleadas en la interpolación de temperatura. ....	95
Tabla 80. Volumen de agua evapotranspirada en el SAR. ....	96
Tabla 81. Evapotranspiración en el sitio del proyecto. ....	97
Tabla 82. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo. ....	98
Tabla 83. Clasificación de los tipos de suelo del SAR. ....	99
Tabla 84. Factor K del escurrimiento para los tipos de vegetación del SAR. ....	100
Tabla 85. Volumen de agua escurrida en el SAR. ....	102
Tabla 86. Factor K del área del proyecto en condiciones actuales. ....	102
Tabla 87. Cálculo del coeficiente de escurrimiento. ....	103
Tabla 88. Escurrimiento en el escenario actual. ....	103
Tabla 89. Escurrimiento en el escenario con proyecto. ....	103
Tabla 90. Balance hidrológico en el SAR. ....	105

Tabla 91. Comparación de la infiltración en las condiciones actuales y una vez ejecutado el proyecto. ....	106
Tabla 92. Acuíferos presentes en el SAR. ....	106
Tabla 93. Disponibilidad de aguas subterráneas. ....	109
Tabla 94. Superficie de los tipos de vegetación y usos de suelo en el Sistema ambiental regional. ....	112
Tabla 95. Grado de perturbación de la Vegetación Natural en el SAR. ....	116
Tabla 96. Nivel de perturbación de la vegetación secundaria. ....	116
Tabla 97. Nivel de perturbación por tipo de vegetación. ....	117
Tabla 98. Sitios de muestreo en el SAR y en el AP. ....	118
Tabla 99. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato en el área del SAR con respecto a la vegetación total en el SAR. ....	120
Tabla 100. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato con respecto a la vegetación total del área del proyecto. ....	125
Tabla 101. Listado de parámetros ecológicos para las comunidades vegetales en el SAR y AP. ....	128
Tabla 102. Listado de especies de flora registradas en el muestreo del SAR. ....	129
Tabla 103. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el SAR. ....	131
Tabla 104. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el SAR. ....	132
Tabla 105. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el SAR. ....	133
Tabla 106. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación halófila hidrófila en el SAR. ....	134
Tabla 107. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación halófila hidrófila en el SAR. ....	135
Tabla 108. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación halófila hidrófila en el SAR. ....	136
Tabla 109. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR. ....	137
Tabla 110. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR. ....	139
Tabla 111. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR. ....	140
Tabla 112. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación de Manglar (VM) en el SAR. ....	141
Tabla 113. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de Manglar (VM) en el SAR. ....	142
Tabla 114. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de Manglar (VM) en el SAR. ....	142
Tabla 115. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR. ....	143
Tabla 116. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR. ....	144
Tabla 117. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR. ....	144
Tabla 118. Valor de importancia en el estrato arbóreo en vegetación de selva baja caducifolia en el SAR. ....	146
Tabla 119. Valor de importancia en el estrato arbustivo en selva baja caducifolia en el SAR. ....	147
Tabla 120. Valor de importancia en el estrato herbáceo selva baja caducifolia en el SAR. ....	149
Tabla 121. Listado de especies de flora registradas en el muestreo del área del proyecto. ....	150

Tabla 122. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el área del proyecto.	152
Tabla 123. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el área del proyecto.	153
Tabla 124. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el área del proyecto.	153
Tabla 125. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación PI.	155
Tabla 126. Descripción del habitat de las especies dominantes encontradas en los sitios de muestreo.	155
Tabla 127. Valor de importancia en el estrato arbóreo en el área del proyecto.	157
Tabla 128. Valor de importancia en el estrato arbustivo el área del proyecto.	158
Tabla 129. Valor de importancia en el estrato herbáceo en el área del proyecto.	159
Tabla 130. Índice de Shannon del estrato arbóreo en el SAR.	165
Tabla 131. Índice de Shannon del estrato arbustivo en el SAR.	166
Tabla 132. Índice de Shannon del estrato herbáceo en el SAR.	166
Tabla 133. Índice de Shannon del estrato arbóreo en el área del proyecto.	170
Tabla 134. Índice de Shannon del estrato arbustivo en el área del proyecto.	171
Tabla 135. Índice de Shannon del estrato herbáceo en el área del proyecto.	171
Tabla 136. Listado de comparación de especies del estrato arbóreo de la vegetación SBC e IVIE%.	173
Tabla 137. Listado de comparación de especies del estrato arbustivo de la vegetación SBC e IVIE%.	174
Tabla 138. Listado de comparación de especies del estrato herbáceo de la vegetación SBC.	175
Tabla 139. comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.	175
Tabla 140. Distribución de la vegetación y uso del suelo en el área del proyecto.	177
Tabla 141. Densidad de la cobertura arbórea.	178
Tabla 142. Estratificación de las áreas forestales.	179
Tabla 143. Tamaño del sitio de muestreo.	182
Tabla 144. Coordenadas UTM WGS84 Zona 13 de los sitios forestales levantados.	183
Tabla 145. Diseño Sistema de Muestreo Utilizado.	185
Tabla 146. Cálculo del error de muestreo y confiabilidad por estrato y promedio total.	186
Tabla 147. Ejemplos de especies comunes entre el sureste y el pacífico y su modelo matemático.	189
Tabla 148. Ecuación o modelo utilizado para el cálculo de volumen.	189
Tabla 149. Hectárea tipo para Selva Baja Caducifolia densidad baja.	190
Tabla 150. Hectárea tipo para Selva Baja Caducifolia densidad media.	190
Tabla 151. Áreas por estrato.	191
Tabla 152. Número de individuos a remover totales en las 8.7004 ha.	191
Tabla 153. Volumen a remover por especie y tipo de vegetación en las 8.7004 ha.	191
Tabla 154. Volumen a remover por predio y tipo de vegetación en las 8.7004 ha.	192
Tabla 155. Representatividad de los principales ejemplares terrestres, cuya distribución potencial corresponde al AP y SAR.	193
Tabla 156. Lista de la Ornitofauna que potencialmente ocurre en las áreas de estudio; SAR y AP.	194
Tabla 157. Especies de fauna del SAR identificadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En azul se presentan las especies que coinciden con las registradas en el AP.	206
Tabla 158. Especies del grupo faunístico Aves-Ornitofauna.	206
Tabla 159. Especies del grupo faunístico Anfibios y Reptiles-Herpetofauna.	206

Tabla 160. Número de transectos y coordenadas del punto de comienzo y final de donde se realizó el muestreo de fauna silvestre dentro del AP (ANEXO N).....	212
Tabla 161. Materiales y métodos utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo faunístico. ....	214
Tabla 162. Horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos.....	214
Tabla 163. Tabla comparativa de especies de fauna. ....	215
Tabla 164. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de SBC. ....	216
Tabla 165. Riqueza de especies por grupo faunístico. ....	219
Tabla 166. Listado de especies de fauna silvestre registrada en el muestreo del SAR. ....	219
Tabla 167. Abundancia de las especies de anfibios en el SAR. ....	221
Tabla 168. Abundancia de las especies de aves en el SAR. ....	222
Tabla 169. Abundancia de las especies de mamíferos en el SAR.....	223
Tabla 170. Abundancia de las especies de reptiles en el SAR. ....	223
Tabla 171. Índices de biodiversidad de los anfibios en el SAR. ....	225
Tabla 172. Índices de biodiversidad de las aves en el SAR.....	225
Tabla 173. Índices de biodiversidad de los mamíferos en el SAR. ....	226
Tabla 174. Índices de biodiversidad de los reptiles en el SAR.....	227
Tabla 175. Riqueza de especies por grupo faunístico.....	229
Tabla 176. Listado de especies de fauna silvestre registrada en el muestreo del área del proyecto. ....	229
Tabla 177. Abundancia de las especies de aves en el área del proyecto.....	231
Tabla 178. Abundancia de las especies de mamíferos en el área del proyecto.....	232
Tabla 179. Abundancia de las especies de reptiles en el área del proyecto. ....	233
Tabla 180. Índices de biodiversidad de las aves en el área del proyecto.....	234
Tabla 181. Índices de biodiversidad de los mamíferos en el área del proyecto. ....	235
Tabla 182. Índices de biodiversidad de los reptiles en el área del proyecto.....	235
Tabla 183. Comparativa de especies de fauna dentro del Sistema ambiental regional y Área del proyecto. ....	241
Tabla 184. Índices de Diversidad y Equitatividad en el SAR y el AP .....	242
Tabla 185. Unidades Paisajísticas en el Sistema Ambiental Regional. ....	246
Tabla 186. Criterios Utilizados para la Evaluación de la Calidad Visual.....	248
Tabla 187. Clasificación de Calidad Visual del Paisaje.....	248
Tabla 188. Clases de la calidad visual dentro del Sistema Ambiental Regional.....	249
Tabla 189. Factores Considerados en la Estimación de la Capacidad de Absorción Visual del Paisaje. ....	251
Tabla 190. Clases de Capacidad de Absorción Visual.....	252
Tabla 191. Clases de Capacidad de Absorción Visual en el Sistema Ambiental regional. ....	252
Tabla 192. Grado de Visibilidad en el Sistema Ambiental Regional. ....	253
Tabla 193. Clases de Calidad Visual Vulnerable. ....	254
Tabla 194. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en el Sistema Ambiental Regional. ....	255
Tabla 195. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores.....	257
Tabla 196. Matriz de comparación por pares. ....	258
Tabla 197. Ponderaciones obtenidas con la técnica de comparación por pares. ....	259
Tabla 198. Clases de la Calidad Ambiental presente en el Sistema Ambiental Regional. ....	259
Tabla 199. Grandes grupos de uso de suelo y vegetación. ....	262
Tabla 200. Tipificación de los cambios de uso del suelo y vegetación. ....	263



Tabla 201. Dinámica de cambio uso/cobertura del suelo y vegetación del SA serie II y serie VI (INEGI).	264
--	-----

## Indice de Figuras

Figura 1. Flujos de acumulación.....	2
Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.....	3
Figura 3. Patrón de drenaje .....	5
Figura 4. Ubicación del Área de Influencia del Proyecto (AIP).....	6
Figura 5. Mapa de tipos de climas presentes en en SAR.....	9
Figura 6. Temperatura media mensual de la estación meteorológica.....	10
Figura 7. Precipitación normal promedio de la estación meteorológica. ....	11
Figura 8. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas en el SAR. ....	11
Figura 9. Diagrama ombrotérmico.....	12
Figura 10. Trayectoria de ciclones tropicales en el SAR.....	14
Figura 11. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SAR.....	15
Figura 12. Regionalización eólica de la república mexicana (isotacas PR 10 años).....	16
Figura 13. Mapa de geología presente en el SAR.....	18
Figura 14. Fallas y fracturas geológicas en el SAR.....	19
Figura 15. Regionalización sísmica nacional (CFE) y ubicación del SAR.....	20
Figura 16. Zonas y regiones con posibles movimientos de masa continental en el SAR.....	21
Figura 17. Vulnerabilidad de la superficie del SAR por inundación.....	22
Figura 18. Mapa de elevaciones del terreno dentro del SAR.....	23
Figura 19. Mapa de pendientes del terreno dentro del SAR.....	24
Figura 20. Mapa de exposiciones del terreno dentro del SAR.....	25
Figura 21. Mapa de sistema de topoformas presentes en la cuenca hidrológico-forestal. ....	26
Figura 22. Mapa de provincias y subprovincias fisiográficas presentes en el SAR.....	28
Figura 23. Tipos de suelo presentes en el SAR.....	32
Figura 24. Modelo de Model Builder para la erosión hídrica.....	34
Figura 25. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad. ....	36
Figura 26. Interpolación de la variable precipitación anual con el método Kriging. ....	37
Figura 27. Valores del factor K en el SAR. ....	40
Figura 28. Valores del factor LS en el SAR.....	42
Figura 29. Valores del factor C en el SAR. ....	45
Figura 30. Valores del factor P en el SAR. ....	46
Figura 31. Ejemplificación del proceso realizado en el SIG.....	47
Figura 32. Modelo de la RUSLE.....	47
Figura 33. Nivel de erosión en el SAR. ....	49
Figura 34. Niveles de erosión hídrica en el escenario actual .....	51
Figura 35. Niveles de erosión hídrica con el proyecto. ....	52
Figura 36. Factor S de la erosión eólica en el SAR.....	61
Figura 37. V de la erosión eólica en el SAR. ....	63
Figura 38. Factor L de la erosión eólica en el SAR.....	65

Figura 39. Modelo para el cálculo de la erosión eólica de la FAO.....	66
Figura 40. Modelo en "Model Builder" de erosión eólica de la ecuación de la FAO (1980). ....	67
Figura 41. Niveles de erosión eólica en el SAR.....	69
Figura 42. Niveles de erosión eólica en el escenario actual.....	70
Figura 43. Niveles de erosión eólica en el escenario con el proyecto.....	72
Figura 44. Comparativo de los escenarios para la erosión total por ha. ....	74
Figura 45. Incremento de la erosión a causa de la ejecución de la remoción de vegetación en el área de remoción proyecto. ....	75
Figura 46. Plano de degradación del suelo existente en el SAR.....	78
Figura 47. Degradación del suelo en el área del proyecto de acuerdo con el estudio de COLPOS, 2002. ....	79
Figura 48. Plano de tipos de erosión existentes en el SAR.....	82
Figura 49. Plano de tipos de erosión existentes en el área del proyecto.....	83
Figura 50. Ubicación del área del proyecto en las cuencas hidrológicas correspondientes. ....	83
Figura 51. Mapa de hidrología superficial presente en el SAR.....	86
Figura 52. Hidrología superficial presente en el área del proyecto.....	87
Figura 53. Precipitación en el SAR. ....	89
Figura 54. Coeficientes de intercepción en el SAR.....	91
Figura 55. Porcentaje de cobertura arbórea en el SAR.....	92
Figura 56. Volumen de agua interceptada por pixel en el SAR. ....	93
Figura 57. Temperatura en el SAR. ....	96
Figura 58. Evapotranspiración en mm en el SAR. ....	96
Figura 59. Tipos de suelos en el SAR.....	99
Figura 60. Factor K para el cálculo de escurrimiento en el SAR. ....	101
Figura 61. Volumen de escurrimiento en el SAR.....	102
Figura 62. Volumen de infiltración en el SAR.....	104
Figura 63. Mapa de acuíferos subterráneos presentes en la cuenca hidrológico-forestal. ....	110
Figura 64. Tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR, AIP y AP. ....	113
Figura 65. Uso del suelo y vegetación en el área del proyecto.....	114
Figura 66. Estado de conservación de la vegetación en el SAR. ....	117
Figura 68. Forma y tamaño de los sitios levantados.....	119
Figura 75. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el Sistema ambiental regional y AP. ....	126
Figura 76. a) Delimitación del sitio. b) Delimitación de las esquinas, c) Toma de la coordenada central del sitio. d) Toma del diámetro normal. ....	127
Figura 77. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbóreo. ....	147
Figura 78. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbustivo. ....	148
Figura 79. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato herbáceo.....	150
Figura 80. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbóreo. ....	158
Figura 81. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbustivo.....	159
Figura 82. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato herbáceo.....	160
Figura 83. Gráfica de la biodiversidad de los estratos en el SAR.....	167
Figura 84. Gráfica de la biodiversidad de los estratos en el área del proyecto.....	172

Figura 85. Distribución de los sitios de muestreo .....	180
Figura 86. Forma y tamaño de los sitios levantados .....	181
Figura 87. Levantamiento de sitios forestales .....	182
Figura 88. Ubicación del punto de conteo de aves dentro del transecto .....	209
Figura 89. Transecto de muestreo de reptiles y anfibios .....	211
Figura 90. Transecto de muestreo de mamíferos .....	212
Figura 91. Ubicación de los transectos de fauna en el Sistema ambiental regional y el Área del Proyecto .....	213
Figura 92. Indicadores de biodiversidad por grupo faunístico .....	228
Figura 93. Indicadores de biodiversidad por grupo faunístico .....	236
Figura 94. Estacionalidad y abundancia de las especies de fauna en el área del proyecto .....	237
Figura 95. Sociabilidad y distribución vertical de las especies de fauna en el área del proyecto. ...	237
Figura 96. Sociabilidad y distribución vertical de las especies de fauna en el área del proyecto. ...	238
Figura 97. Calidad visual del paisaje presente en el SA, AIP y AP .....	250
Figura 98. Capacidad de absorción visual en el SA, AIP y AP .....	252
Figura 99. Grado de visibilidad del paisaje del SA, AIP y AP .....	254
Figura 100. Calidad visual vulnerable del Sistema Ambiental regional en el SAR, AIP y AP. ....	255
Figura 101. Mapa de calidad ambiental en el SA, AIP y AP .....	259
Figura 102. Mapa de cambio de uso de suelo de 1993 a 2016 en el SA, AIP y AP .....	268

CONSULTA PÚBLICA

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

### IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación del área de estudio equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde se establece el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de Sistema ambiental regional, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas, utilizado la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Bajo las consideraciones anteriores, se delimitó analítica y gráficamente el Sistema ambiental regional (SAR) considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, etc.) con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo.

Considerando que los componentes bióticos y abióticos (antes mencionados) de un sistema se encuentran bien definidos en una superficie hidrológica homogénea (cuenca), se optó por considerar a la cuenca como unidad de análisis del SAR. Reafirmando esta decisión, Garrido A. *et. al.* (2007) establece que la cuenca hidrográfica es la entidad territorial más adecuada y más ampliamente aceptada en el mundo para estudiar, planear y ejecutar proyectos y políticas sobre manejo ambiental. Además de acuerdo con el Artículo 7 fracción XI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable define como *Cuenca hidrológico-forestal* a la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

Es así como, se optó por delimitar una superficie que permita realizar las comparaciones de los factores bióticos (diversidad de flora y fauna) y abióticos (escurrimiento, infiltración, recarga de acuíferos y erosión hídrica del suelo) entre el Área del Proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional, de manera que se logre plasmar el escenario real de lo que origina el establecimiento del proyecto acorde a las condiciones originales.

### IV.1.1. MÉTODO DE DELIMITACIÓN

Para la delimitación de la unidad de estudio se utilizó el método de análisis espacial de Modelos Digitales de Elevación (MDE) en escala 1:50, 000. El procesamiento del MDE se llevó a cabo mediante sistemas de información geográfica (Arc GIS 10.3).

En el menú *Spatial Analyst Tool- Hydrology – Flow Direction*, se generó en una capa de dirección de flujo, cuyo producto es una capa que indica la dirección de la red de drenaje.

Posteriormente se generó una capa de acumulación de flujo, con la herramienta *Flow Accumulation*, esta capa permite visualizar de mejor forma la red de drenaje que compone un área de interés (figura 1).

Con lo anterior, se calculó una red de corrientes y puntos de salida de agua, los cuales se utilizaron para delimitar la unidad de análisis (Sistema Ambiental Regional). Se consideraron únicamente las zonas de escurrimiento y puntos de acumulación de agua que tienen influencia alrededor y en el área del proyecto (figura 2).

En conjunto, las áreas de escurrimiento delimitadas por un parteaguas forman una superficie de **25,323.994** hectáreas, dicha unidad de análisis o sistema ambiental regional será objeto de estudio de este capítulo, y punto de comparación con los factores ambientales del área del proyecto (figura 2).

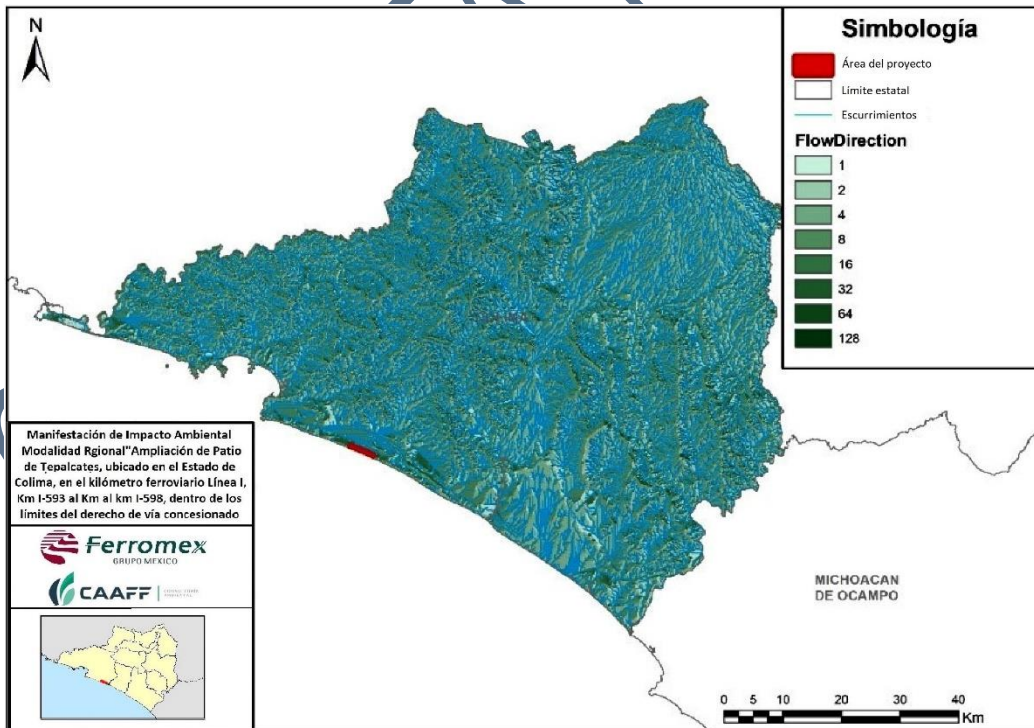


Figura 1. Flujos de acumulación.



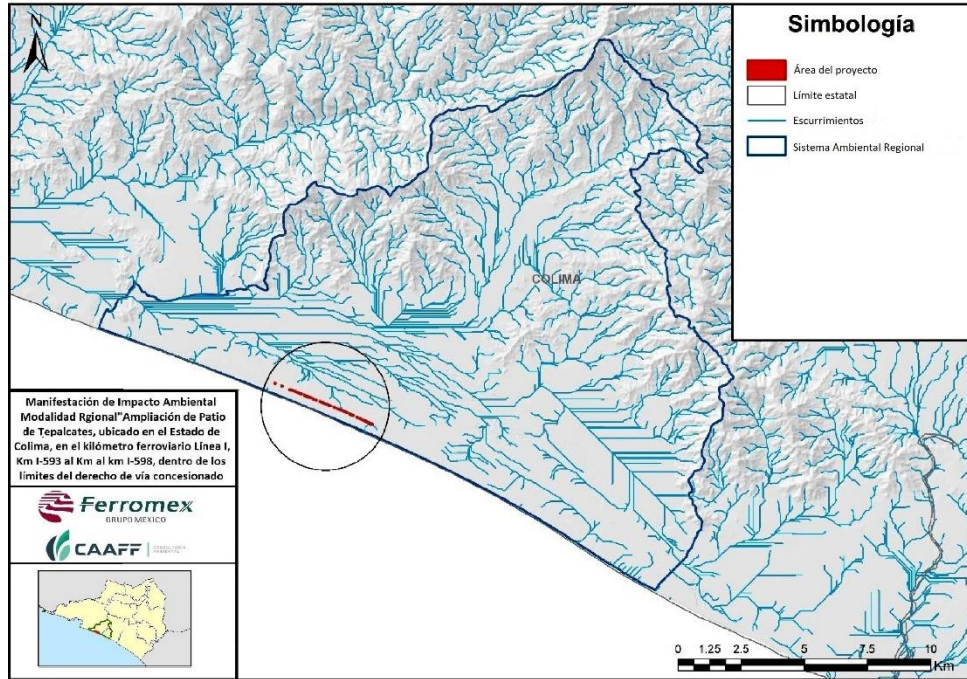


Figura 2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.

#### IV.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

La forma del Sistema ambiental regional controla la velocidad con la que el agua llega al cauce principal cuando sigue su curso, desde el origen hasta la desembocadura. Difícilmente se puede expresar por medio de un índice numérico.

El tipo y la forma del SAR es importante para conocer la conjunción del escurrimiento de una corriente. Cuanto más se acerque la forma de un círculo, más rápidamente correrán las aguas hacia el lecho del río, por lo tanto, el escurrimiento será mayor (Sánchez, 1987).

##### \* Factor de forma o de índice de compacidad

Es la relación que existe entre el perímetro del SAR y el perímetro de un círculo que tenga la misma superficie. El índice será mayor o igual a uno, así entre más próximo a la unidad, la forma del SAR se aproximará más a la de un círculo.

Con base en el índice de forma se distinguen tres tipos o clases:

- **Clase k1=** de 1 a 1.25 forma casi redonda a oval-redonda.
- **Clase k2=** de 1.26 a 1.5 forma oval redonda a oval-oblonga.
- **Clase k3=** de  $\geq 1.5$  forma oval oblonga a rectangular- oblonga.

Obtención del índice de compacidad:



$$k = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

K= Índice de compacidad

P= Perímetro del SAR en km

A= Área del SAR en km<sup>2</sup>

Índice de compacidad para el SAR:

A= 253.239 km<sup>2</sup>

P= 87.938 km

$$K = 0.282 \frac{87.938}{\sqrt{253.239}} = 1.558$$

De acuerdo con las clases para determinar la forma del SAR y el valor obtenido de k, la cuenca tiene forma oval oblonga a rectangular- oblonga.

**\* Longitud y número de corrientes**

Para la descripción de las corrientes del SAR se utilizó la Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 del INEGI, dicha capa indica que se presentan 5 órdenes de corrientes (tabla 1):

Tabla 1. Orden de corrientes superficiales que se forman en el SAR.

Orden	NÚMERO	LONGITUD (km)
1	313	275.468
2	162	86.540
3	91	51.640
4	36	20.809
5	40	23.501
TOTAL	642	457.958

**\* Densidad de drenaje**

Es la relación entre la longitud total de las corrientes de agua del SAR y el área total del mismo, en la tabla 2 se muestran las consideraciones de la densidad de drenaje.

Tabla 2. Características de la densidad de drenaje.

CLASES DE DENSIDAD	RANGOS (km/km2)
Muy baja	<1
Baja	1-1.8
Moderada	1.9-3.6
Alta	3.7-5.6

\* **Determinación de la densidad de drenaje**

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Donde:

L= Longitud total de las Corrientes del SAR en km.

A= Área del SAR en km<sup>2</sup>

$$Dd = \frac{457.958}{253.239} = 1.8 \text{ km/km}^2$$

Por lo tanto, la densidad de drenaje del sistema ambiental regionales de 1.8km/km<sup>2</sup>. De acuerdo con esto podemos mencionar que tiene una densidad de drenaje "Baja".

\* **Patrón de drenaje**

El sistema ambiental regional es de tipo exorreico ya que los puntos de salida del agua se concentran hacia fuera de los límites de estas y generalmente forman parte de otras corrientes mayores hacia las que descargan sus cauces. Los cuales se clasifican en perennes e intermitentes.

El patrón de drenaje superficial donde se establece el proyecto obedece generalmente al tipo dendrítico, la cual puede compararse con pequeñas hebras o hilos. Son cursos pequeños, cortos e irregulares, que andan en todas las direcciones, cubren áreas amplias y llegan al río principal formando cualquier ángulo (figura 3).

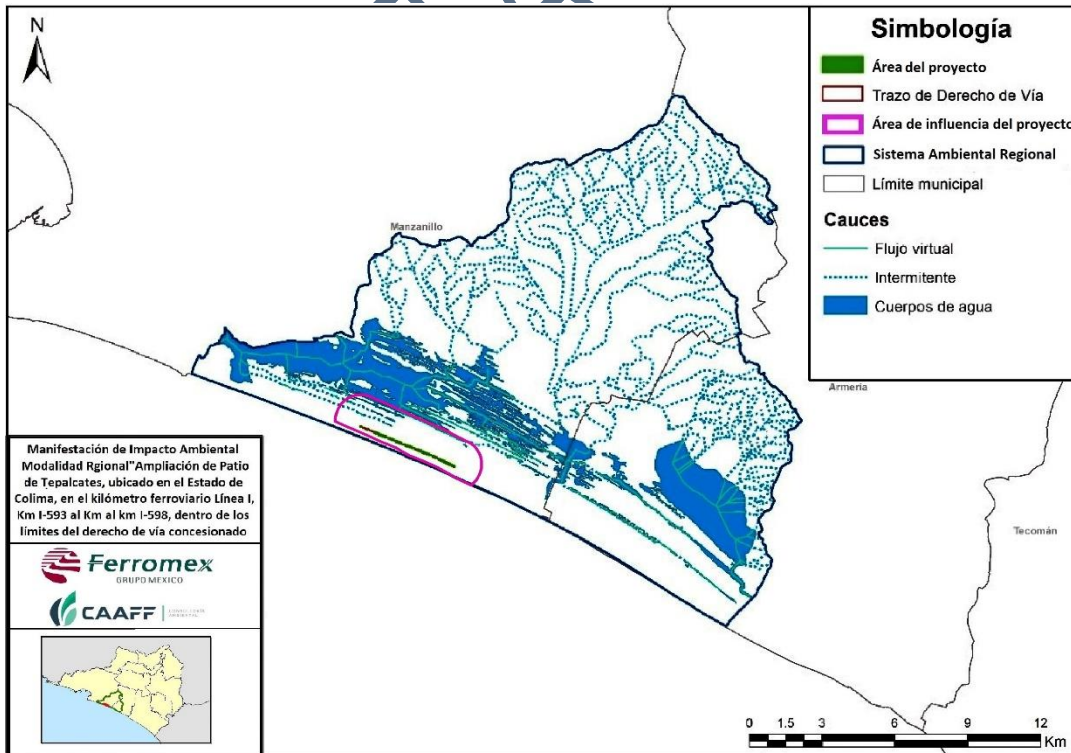


Figura 3. Patrón de drenaje

La red dendrítica indica un subsuelo homogéneo. Se desarrollan en sedimentos sueltos con superficies homogéneas como arena, limo y arcilla; en rocas cristalinas y metamórficas, que no son afectadas por zonas de fallas; en rocas sedimentarias horizontales o poco inclinadas, no fracturadas o diaclasadas; en rocas masivas, resistentes con respecto a la erosión, etc.

### IV.1.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (AIP)

#### IV.1.3.1. Delimitación del AIP

El Área de Influencia del Proyecto, se considera como la zona donde influyen en mayor impacto la interacción entre las actividades antropogénicas y los recursos naturales. Donde pueden ocurrir afectaciones directas en el Sistema ambiental regional englobando todas las variaciones posibles de llevarse a cabo el proyecto.

Por lo anterior el área de influencia considerada para el presente proyecto se limita a los alrededores inmediatos del derecho de vía en un radio de 1 kilómetro a la redonda a excepción de la zona Suroeste el cual llega hasta los límites de la costa. La superficie del buffer o Área de Influencia del Proyecto es de 890.448 hectáreas y queda circunscrita dentro del Sistema ambiental regional (figura 4).

El margen que comprende el Área de Influencia del Proyecto es suficiente para analizar las interacciones más importantes, permitiendo realizar una evaluación más completa de los posibles impactos que se presentarían en el Sistema ambiental regional derivado de la ejecución del proyecto.

El shape del polígono del Área de Influencia del Proyecto se presenta en el ANEXO H y sus coordenadas en el ANEXO G.



Figura 4. Ubicación del Área de Influencia del Proyecto (AIP).

### IV.1.3.2. Características físicas y bióticas

De acuerdo con la clasificación hecha por Köppen, y adaptada por E. García (2004) para las condiciones de la República Mexicana, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) encontramos un tipo de clima: Cálido subhúmedo **Aw0(w)** y **BS1(h')w(w)**, no obstante, en el área del proyecto y su zona de influencia se presenta únicamente el clima **Aw0(w)**.

El clima **Aw0(w)** pertenece al grupo de climas A (tropicales), donde se caracteriza por su temperatura media es superior a los 18 °C, no existe estación invernal y las lluvias son abundantes. La clave del tipo (w) indica que subhúmedo, cuyo régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno, el subtipo (0) indica que es de menos húmedos de los cálidos subhúmedos. Por otra parte, el clima **BS1(h')w(w)** pertenece a un clima Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

En cuanto a la pendiente del terreno, el rango de pendientes dominantes en el SAR está de 1° a 20°. Hidrográficamente el SAR, el área del proyecto y su área de influencia, de acuerdo con la clasificación actual del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se encuentran en las subcuencas "Laguna de Cuyutlan", pertenecientes a la cuenca "R Chacala-Purificación", que a su vez forma parte de las cinco cuencas que conforman la Región Hidrológica número 20 de nombre "Costa de Jalisco".

Con respecto al uso de suelo y vegetación, el área de influencia del proyecto se encuentra principalmente conformado por un uso de suelo agrícola (agricultura de riego permanente), así como vegetación de dunas costeras y vegetación halófila hidrófila, esto de acuerdo con la cartografía de Usos de suelo y vegetación, serie VI del INEGI (2014)..

Cabe mencionar que los impactos ambientales que se generarán debido a la realización del proyecto, se considera que son menores y de baja intensidad para el área de influencia, ya que que los recursos afectados son directamente aquellos de los que depende la remoción de la cobertura en el área del proyecto, los cuales corresponden a selva baja caducifolia y pastizal inducido (datos obtenidos de acuerdo con el muestreo en campo).

### IV.1.4 ÁREA DEL PROYECTO (AP)

El área del proyecto se delimita a partir del eje central de la vía ferroviaria y 35 metros hacia el lado izquierdo (dirección Suroeste), calculado con el levantamiento topográfico de la ingeniería del proyecto.

De acuerdo con la información anterior, el proyecto denominado ocupa una superficie total de 17.6852 hectáreas, representadas en un solo polígono. Las coordenadas (UTM, zona 13 Norte) que delimitan el área del proyecto se enlistan en el ANEXO G.

#### IV.1.5. ÁREA DE REMOCIÓN

En el área desmonte y despalme, en este caso denominando área de remoción, ocupa una superficie de 8.7004 ha, que representa el 49.19% del área total del proyecto; el resto de la superficie (50.81 %), se encuentra ocupado por pastizal inducido e infraestructura ferroviaria.

De acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI del INEGI, en el área de remocion se presenta agricultura de riego permanente, sin embargo, de acuerdo con las observaciones en campo, se tiene Vegetación de selva baja caducifolia en estado de vegetación secundaria.

Para los cálculos de erosion hídrica y eólica, así como para el balance hídrico, el área del proyecto corresponde al área de desmonte y despale, haciéndose los cálculos únicamente para una superficie de 8.7004 ha con cobertura vegetal de selva baja caducifolia.

### IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

#### IV.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

##### IV.2.1.1 Clima

De acuerdo con la clasificación hecha por Köppen y adaptada por E. García (2004), utilizando la carta de climas de la República Mexicana elaborada por el INEGI escala 1:1,000,000 la cual clasifica los tipos de climas existentes en el territorio nacional, mediante su procesamiento en un Sistema de Información Geográfica se obtuvo que el clima presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR) corresponde a dos tipos de climas:

Tabla 3. Tipos de clima existentes en el SAR.

CLAVE	TIPO DE CLIMA	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
Aw0(w)	Cálido subhúmedo	12,248.390	48.37%
BS1(h')w(w)	Semiseco muy cálido	13,075.604	51.63%
TOTAL		25,323.994	100.00

**Aw0(w):** pertenece al grupo de climas A (tropicales), donde se caracteriza por su temperatura media es superior a los 18 °C, no existe estación invernal y las lluvias son abundantes. La clave del tipo (w) indica que subhúmedo, cuyo régimen de lluvias es de verano, escasas todo el año o de invierno, el subtipo (0) indica que es de menos húmedos de los cálidos subhúmedos. El área del proyecto se encuentra ubicada sobre este tipo de clima.

**BS1(h')w(w):** Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

En la figura 5 se puede observar la distribución del clima presente en SAR:



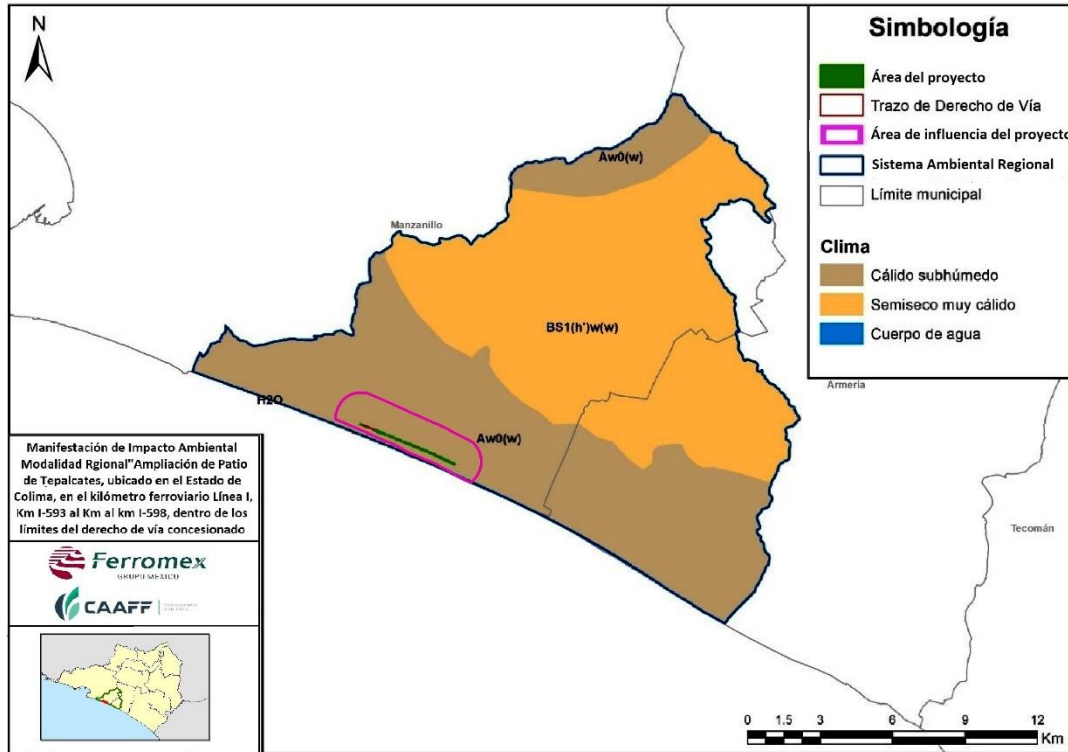


Figura 5. Mapa de tipos de climas presentes en SAR.

Con la finalidad de analizar de manera más puntual la condición meteorológica del SAR, se revisó la información recabada por la estación climatológica *Venustiano Carranza*, correspondiente a un periodo de 29 años (1981-2010) como se muestra en la Figura 5.

Tabla 4. Estación meteorológica cercana al SAR.

ESTACIÓN	NO.	MUNICIPIO Y ESTADO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m.s.n.m.)
Venustiano Carranza	6025	Manzanillo, Colima	19°00'00" N	104°06'34" W	50.0

#### IV.2.1.1.1. Temperatura promedio mensual, anual y extrema

La temperatura media anual para la estación meteorológica de Venustiano Carranza es de 25.7 °C. (Tabla 5).

Tabla 5. Temperatura promedio mensual y anual de la estación analizada.

ESTACIÓN	MES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Venustiano Carranza	22.8	23.3	23.3	24.0	26.8	28.4	27.4	28.4	27.3	26.7	25.8	24.3	25.7

En la Figura 6 se puede observar que las temperaturas más bajas se presentan en los meses (enero, febrero y marzo), mientras que los meses más cálidos corresponden a junio, julio y agosto.



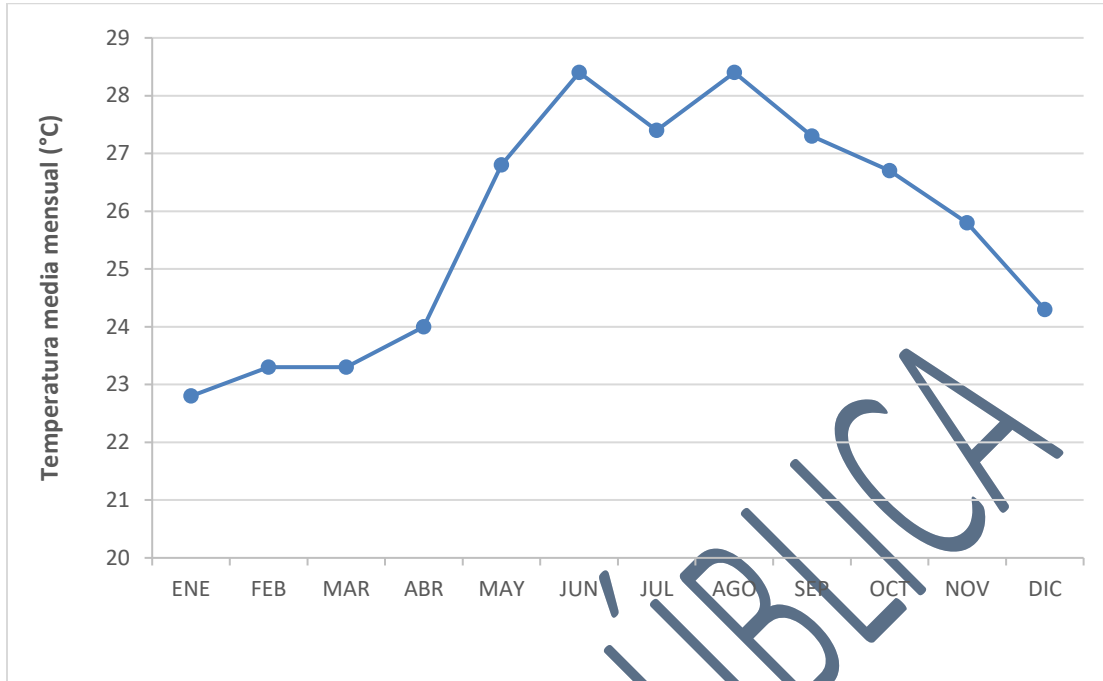


Figura 6. Temperatura media mensual de la estación meteorológica.

La temperatura máxima extrema se registró en el mes de agosto (34.1 °C); en cuanto a la temperatura mínima, esta se registró en el mes de febrero (15.3 °C). En la siguiente tabla podemos analizar esta información.

Tabla 6. Temperaturas mínimas y máximas de la estación meteorológica.

ESTACIÓN	VARIABLE	MES												ANUAL
		Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Venustiano Carranza	Temperatura máxima normal (°C)	30.1	31.3	32.1	32.3	33.9	33.9	32.9	34.1	33.1	32.6	31.8	30.8	32.4
	Temperatura mínima normal (°C)	15.4	15.3	15.5	16.2	19.8	22.9	21.9	22.7	21.6	20.8	19.8	17.8	19.1

#### IV.2.1.1.2. Precipitación promedio mensual y anual

La precipitación promedio anual registrada por la estación analizada es de 944.6 mm/m<sup>2</sup>. El régimen de lluvias es en verano, principalmente en los meses de julio y septiembre, mientras que los meses de menor precipitación corresponden a marzo y abril.

Tabla 7. Precipitación promedio mensual y anual de la estación analizada.

ESTACIÓN	VARIABLE	MES												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Venustiano Carranza	Precipitación normal (mm/m <sup>2</sup> )	34.4	2.3	0.9	0.0	4.0	105.5	212.6	185.7	223.8	133.3	21.6	20.5	944.6

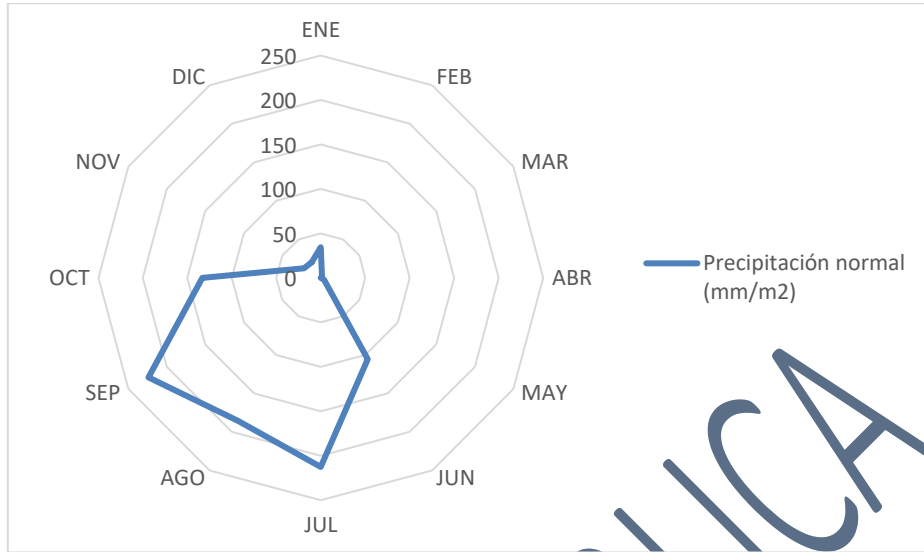


Figura 7. Precipitación normal promedio de la estación meteorológica.

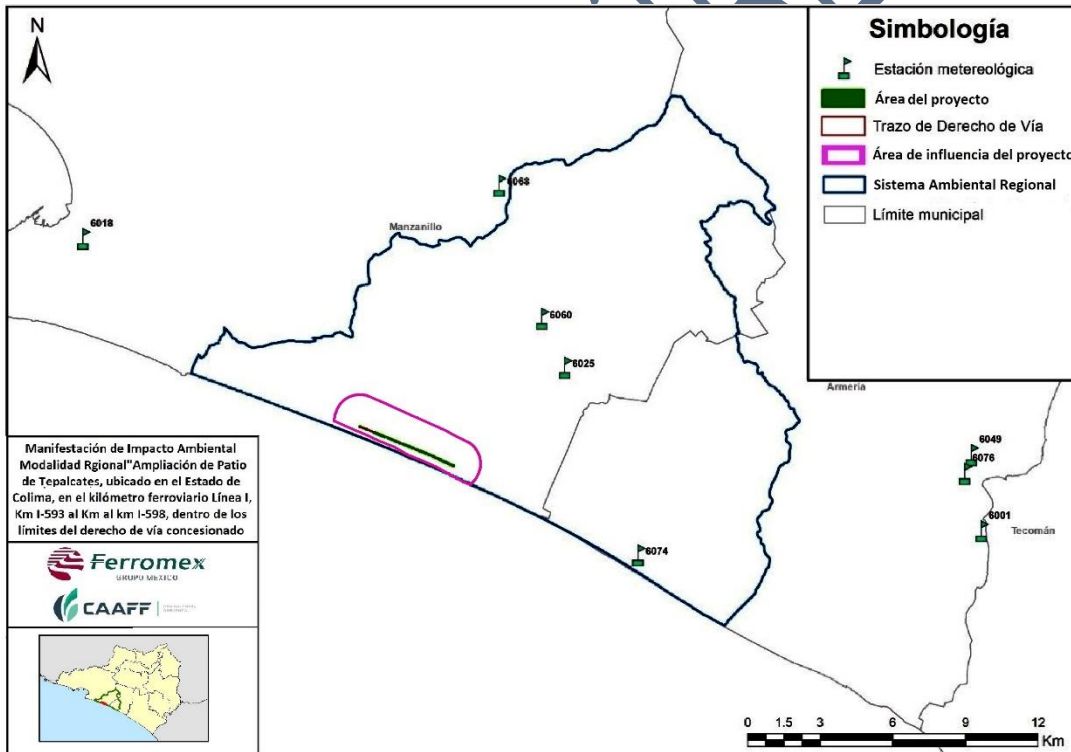


Figura 8. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas en el SAR.

#### IV.2.1.1.3. Periodo de Sequia

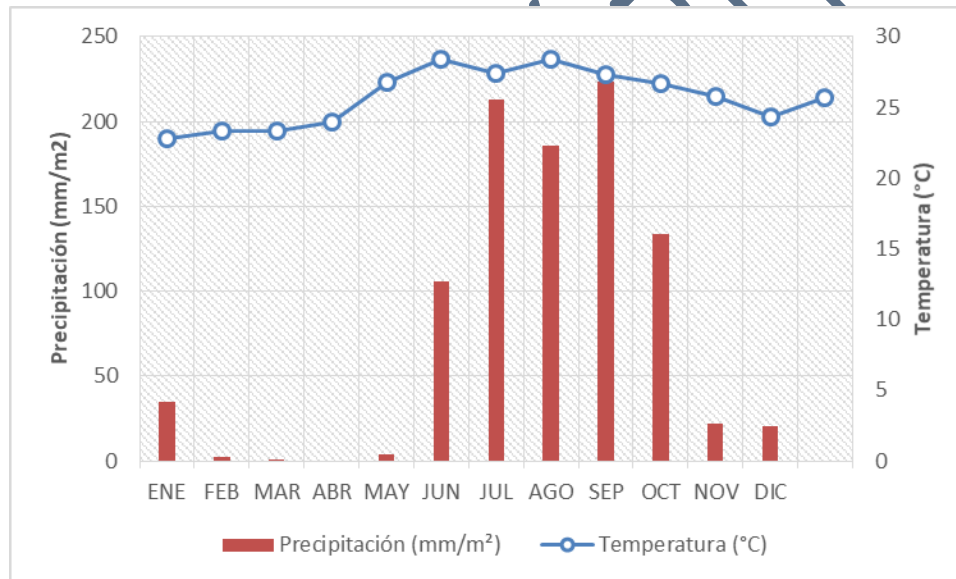
Para conocer con mayor precisión el periodo de sequía, se construyó un diagrama ombrotérmico de Gausson (1957) (Figura 10); los diagramas climáticos se construyen sobre la base de los promedios de temperatura y precipitación (Tabla 8), este se compone por un campo de coordenadas rectangulares con una abscisa basal de 12 unidades, que hacen referencia a los meses del año, y dos coordenadas que se levantan en los dos extremos, una haciendo referencia a la temperatura (°C) y

del otro lado a la precipitación. Cada intervalo corresponde a 5 °C de temperatura (lado derecho) y 50 mm de precipitación (lado izquierdo).

**Tabla 8. Variables climatológicas, temperatura y precipitación promedio de la estación.**

Variable promedio	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperatura (°C)	22.8	23.3	23.3	24.0	26.8	28.4	27.4	28.4	27.3	26.7	25.8	24.3	25.7
Precipitación (mm/m <sup>2</sup> )	34.4	2.3	0.9	0.0	4.0	105.5	212.6	185.7	223.8	133.3	21.6	20.5	944.6

El período de sequía corresponde a los meses de febrero, marzo, abril y mayo debido a que en estos meses la temperatura excede por mucho a la precipitación, mientras que los meses más húmedos son julio y septiembre.



**Figura 9. Diagrama ombrotérmico.**

#### IV.2.1.1.4. Fenómenos hidrometeorológicos

La estación Venustiano Carranza reportó 46.1 días con lluvia, 29.7 días con niebla, 0.0 días con granizo y 0.0 días con tormenta eléctrica.

Tabla 9 Fenómenos hidrometeorológicos en la estación

ESTACIÓN	FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	MESES												ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
DÍAS CON LLUVIA														
Venustiano Carranza	Número de días con lluvias	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	6.2	10.6	9.9	10.2	4.8	1.7	1.1	46.1
	Años con datos	14	14	15	14	15	14	14	15	14	14	14	14	-
DÍAS CON NIEBLA														
Venustiano Carranza	Número de días con Nieblas	2.7	1.4	2.2	4.6	4.3	3.4	3.3	1.1	2	1.1	2.4	1.2	29.7
	Años con datos	15	14	15	14	15	14	14	15	14	14	14	14	-
DÍAS CON GRANIZO														
Venustiano Carranza	Número de días con granizo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Años con datos	15	14	15	14	15	14	14	15	14	14	14	14	-
DÍAS CON TORMENTA ELÉCTRICA														
Venustiano Carranza	Número de días con tormenta eléctrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Años con datos	15	14	15	14	15	14	14	15	14	14	14	14	-

#### IV.2.1.1.6. Ciclones tropicales

Por la ubicación del SAR, en la zona costera del municipio de Manzanillo, Colima, se determina que en las condiciones climáticas de su territorio la influencia marítima sea notable. Durante el verano y el otoño pueden presentarse las condiciones propicias de vientos húmedos fríos y secos calientes en el pacífico mexicano, lo que conlleva a la formación de eventos de origen ciclónico con ruta hacia el interior del territorio mexicano.

Cuando los ciclones tropicales se desarrollan intensamente y se internan en el continente pueden causar daños de gran consideración. La dirección del viento varía de acuerdo con el paso del meteoro, de tal manera que es difícil marcar zonas de riesgo derivadas de este evento. Los vientos pueden afectar zonas muy amplias, pues en ocasiones el radio de influencia del huracán puede ser de varios cientos de kilómetros e incluso, algunos ciclones penetran en tierra.

Los ciclones tropicales pueden presentarse en alguna de sus tres fases:

- a. Como depresión tropical con velocidades de vientos menores de 63 km/hr;
- b. Como tormenta tropical con velocidades de vientos de entre 63 a 118 km. /hr; y
- c. Como huracán con velocidades arriba de 118 km/hr.
- d. En la siguiente tabla se muestran las categorías de los huracanes;

Tabla 10. Velocidades en Km/hr alcanzadas por los huracanes.

Huracán	Velocidad registrada
Categoría 1	118-153
Categoría 2	154-177
Categoría 3	178-209
Categoría 4	210-249
Categoría 5	> a 249

Dadas las características de acuerdo con la ubicación del SAR y con base a la información del National Centers for Environmental Information (NCEI), los intemperismos de origen ciclónicos que han tenido contacto en el SAR han sido los más importantes el Huracán de categoría 1 "Virgil" seguido de tormentas y depresiones tropicales como se observa en la Figura 11. El huracán presentó una dirección de desplazamiento de sureste a noroeste. En la Tabla 11 se muestran los registros históricos de los ciclones tropicales que han tenido se pasó sobre la superficie del SAR en los últimos años.

Tabla 11. Registro histórico de ciclones tropicales que han pasado sobre la superficie del SAR en los últimos años.

CLASIFICACIÓN	NOMBRE	FECHA
Huracán categoría 1	Virgil	1992-10-04
Tormenta tropical	Aletta	1974-05-29
Tormenta tropical	Bridget	1971-06-17
Tormenta tropical	Manuel	2013-09-15
Depresión tropical	Olaf	1997-10-12

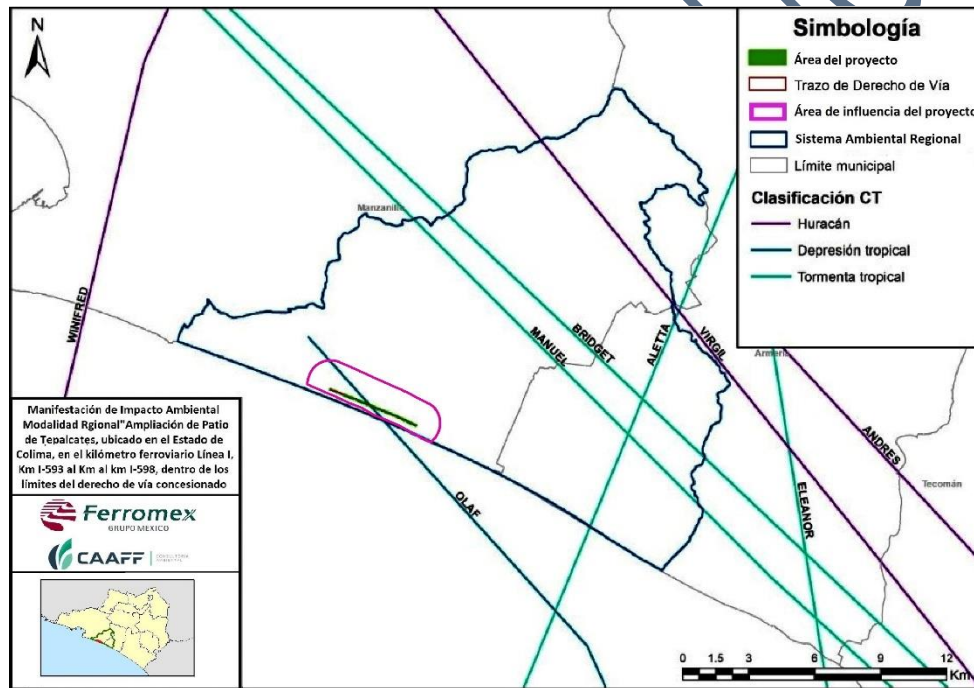


Figura 1. Trayectoria de ciclones tropicales en el SAR.

La superficie del SAR presenta 2 grados de riesgo por ciclones tropicales, en el 70.00% se clasifica como medio y el 30.00% como alto, tal y como se muestra en la Figura 12 y la tabla siguiente:

Tabla 12. Grado de riesgo por ciclones tropicales el el SAR.

GRADO DE RIESGO	SUPERFICIE (Ha.)	PORCENTAJE
Muy alto	0.00	0.00%
Alto	7,596.548	30.00%
Medio	17,727.446	70.00%
Bajo	0.00	0.00%
Muy bajo	0.00	0.00%
TOTAL	25,323.994	100.00%

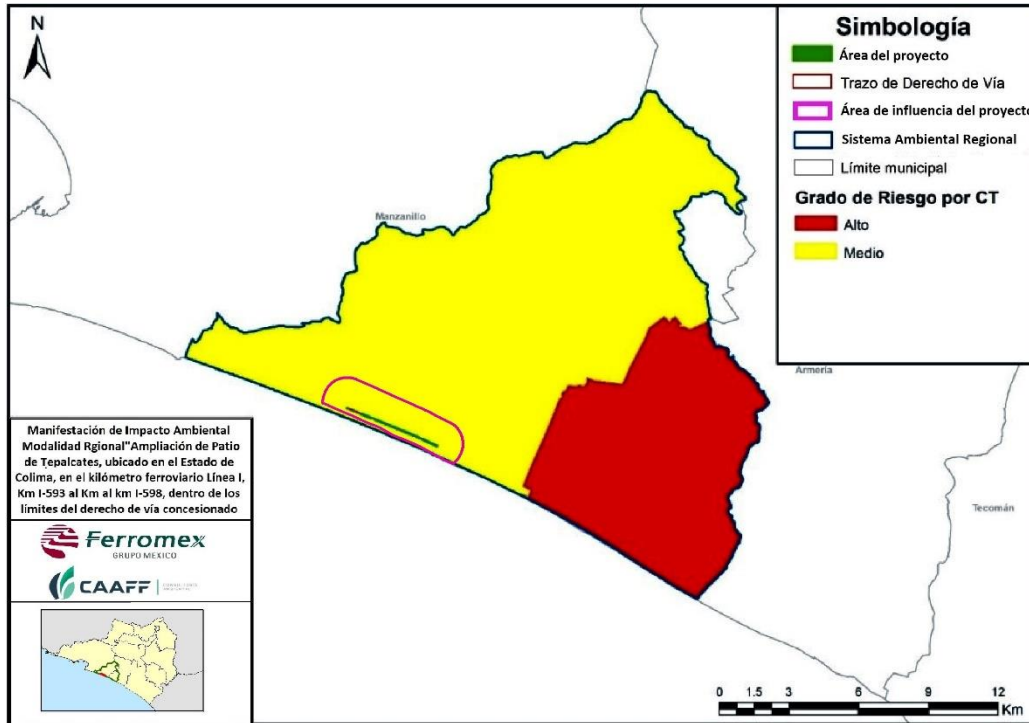


Figura 2. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SAR.

#### IV.2.1.1.6. Vientos

Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento (CENAPRED, México).

De acuerdo con el mapa de isotacas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para un periodo de retorno de 10 años (representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 10 años), el país se divide en cinco zonas (80-98, 99-113, 114-124, 125-134 y 135-171 Km/hr) (CFE, 2008). De acuerdo con esta clasificación, el área del proyecto se encuentra dentro de la zona 5, que corresponde a una zona de vientos moderados en la que los vientos van de los 135 a 171 km/hr con dirección noroeste (figura 8).



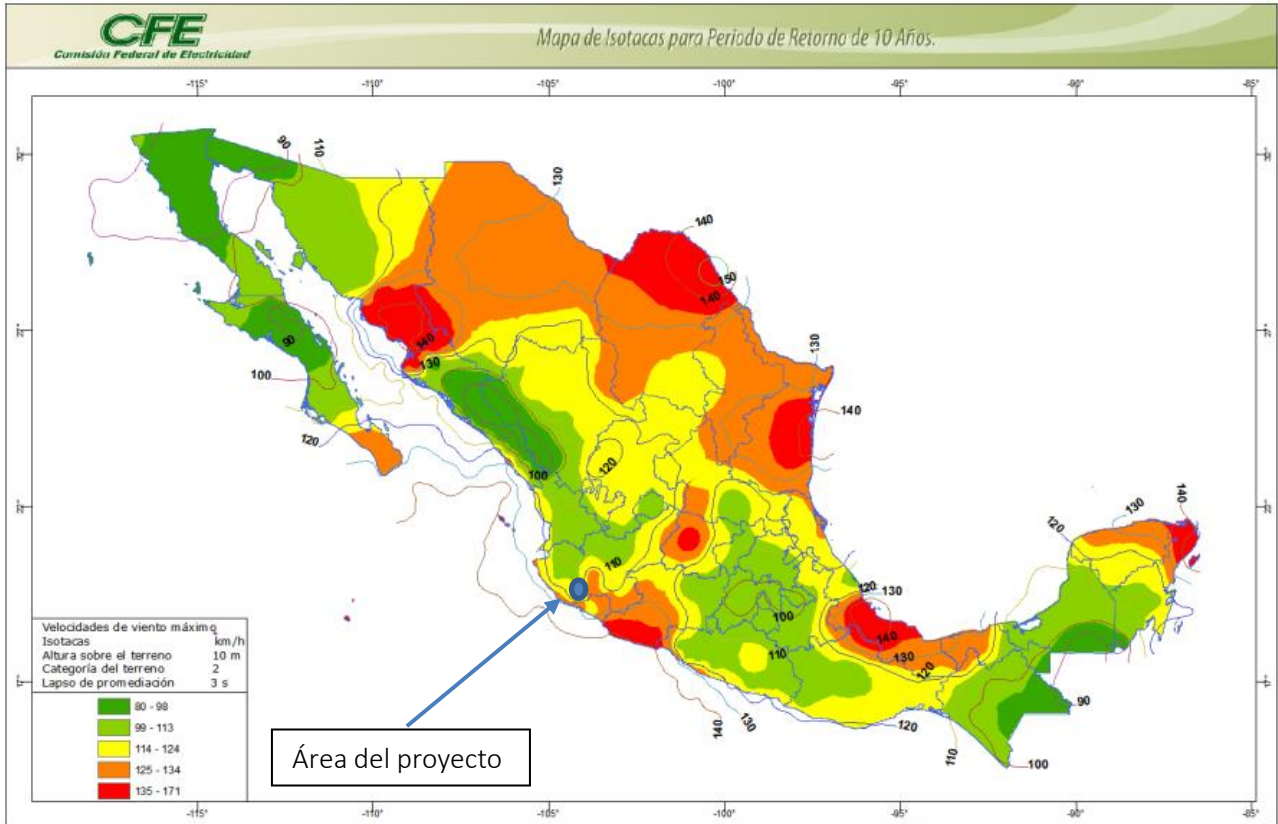


Figura 3. Regionalización eólica de la república mexicana (isotacas PR 10 años).

#### IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

##### IV.2.1.2.1. Características Inológicas

En el estado de Colima hay afloramientos de los diferentes tipos fundamentales de rocas (ígneas, sedimentarias y metamórficas). Las metamórficas son las más escasas y las más antiguas, pues se les asigna una edad correspondiente al Jurásico. Las ígneas tanto intrusivas como extrusivas son las más abundantes, y abarcan un amplio periodo que va desde fines del Cretácico hasta el Terciario Superior. Forman estructuras volcánicas sobresalientes en el Paisaje Nacional, como el Volcán de Colima. La geología de Manzanillo pertenece al período Cretácico, Cuaternario y Paleógeno, en la que se encuentran rocas ígneas intrusivas y extrusivas, así como sedimentarias. El área donde se ubica el proyecto se caracteriza por ser un terreno plano correspondiente a la zona costera del municipio de Manzanillo, Colima, donde se tienen afloramientos de rocas de tipo ígneas intrusivas, específicamente de granito, a su vez se tiene una superficie compuesta por suelos de tipo aluvial y eólico.

Tomando como referencia las cartas geológicas escala 1:250,000 elaborada por el INEGI E13-2 y E13-5 del municipio de Manzanillo, en el SAR se presentan 2 clases de rocas, las cuales solo se encuentran en el **37.32%** de la superficie de todo el SAR, mientras que el restante **62.68%** está conformado por

suelos de origen aluvial, eólico, lacustre y cuerpos de agua, como se muestra en la Tabla . De manera precisa el **23.59%** corresponde a rocas de clase **ígneas extrusivas** y el **13.73%** se trata de rocas **ígneas intrusivas**. El SAR se presentan distintos tipos de esta pertenecientes a las 2 clases de rocas anteriormente mencionadas, en mayor abundancia se tienen afloramientos de rocas de tipo **Volcanoclástico** en el **23.59%**, seguida de rocas de tipo **Granito** en el con **13.73 %**. Las porciones de suelo identificadas se encuentran presentes en el **26.19%** de tipo **aluvial**, el **20.56%** es **lacustre** y el **2.34%** un suelo **eólico**, como se observa en la Figura 4 y Tabla . El área del proyecto se encuentra ubicada sobre suelo aluvial.

Tabla 13. Clase de rocas en el SAR.

UNIDADES	CLASE	SUPERFICIE (Ha.)	PORCENTAJE
Rocas	Ígnea extrusiva	5,975.095	23.59%
	Ígnea intrusiva	3,476.527	13.73%
Otras entidades	Suelo	12,432.663	49.09%
	Cuerpo de agua	3,439.709	13.58%
TOTAL		25,323.994	100.00%

Tabla 14 Tipo de rocas en el SAR.

CLAVE	TIPO	SUPERFICIE (Ha.)	PORCENTAJE
H2O	Cuerpo de Agua	3,439.709	13.58%
Q(al)	Suelo Aluvial	6,632.208	26.19%
Q(eo)	Suelo Eólico	592.926	2.34%
Q(la)	Suelo Lacustre	5,207.528	20.56%
K(Gr)	Granito	3,476.527	13.73%
Ks(Vc)	Volcanoclástico	5,975.095	23.59%
TOTAL		25,323.994	100.00%

A continuación, se describen de los tipos de rocas existentes en la superficie del SAR:

### Granito

El Granito es una roca plutónica (roca magmática formada en profundidad con enfriamiento lento) que comprende las rocas ardientes granulares. Está compuesto principalmente por feldespato coloreado, cuarzo y minerales de mica y de silicio de color oscuro. El granito es resistente, más fuerte que el mármol y puede soportar mucho más la corrosión y la compresión. Es una roca apta para ser cortada y pulida, por lo que es ampliamente utilizada industrialmente. La dureza del granito y su durabilidad lo hace una opción popular como material de construcción. La apariencia moteada y brillante del granito pulido también hace que sea un material atractivo para los productos de decoración. Se forma por la actividad volcánica y se puede encontrar en depósitos en todo el mundo.

### Volcanocástica

Son aquéllas producidas por actividad volcánica, generalmente explosiva, seguida de una remoción/retrabajo de material Tienen aspecto similar a las rocas clásticas, debido a que se transportan, depositan y acumulan por procesos similares a dichas rocas, aunque el proceso original

que produce los materiales es volcánico. Este aspecto similar es en virtud de que se encuentran constituidas por material particulado ó fragmentado (material piroclástico ó tefra).

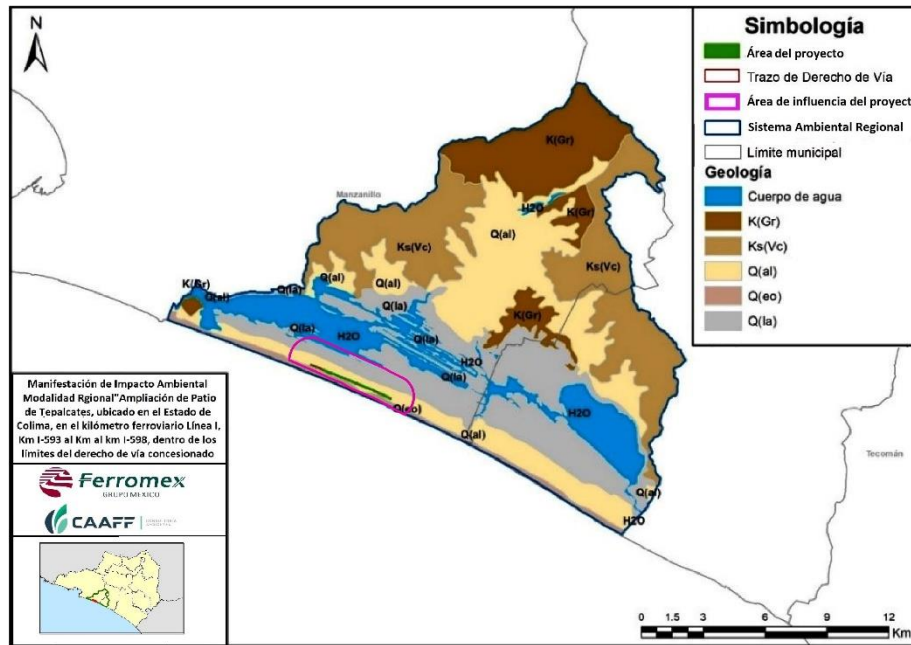


Figura 4. Mapa de geología presente en el SAR.

#### IV.2.1.2.2. Fallas y fracturas

La estructura geológica del SAR está compuesta por la influencia de **dos fracturas**, ubicadas al noreste, dichas estructuras trazan el plano de ruptura de la roca sin desplazamiento de los bloques que separa. Como se puede observar en la Figura 5.

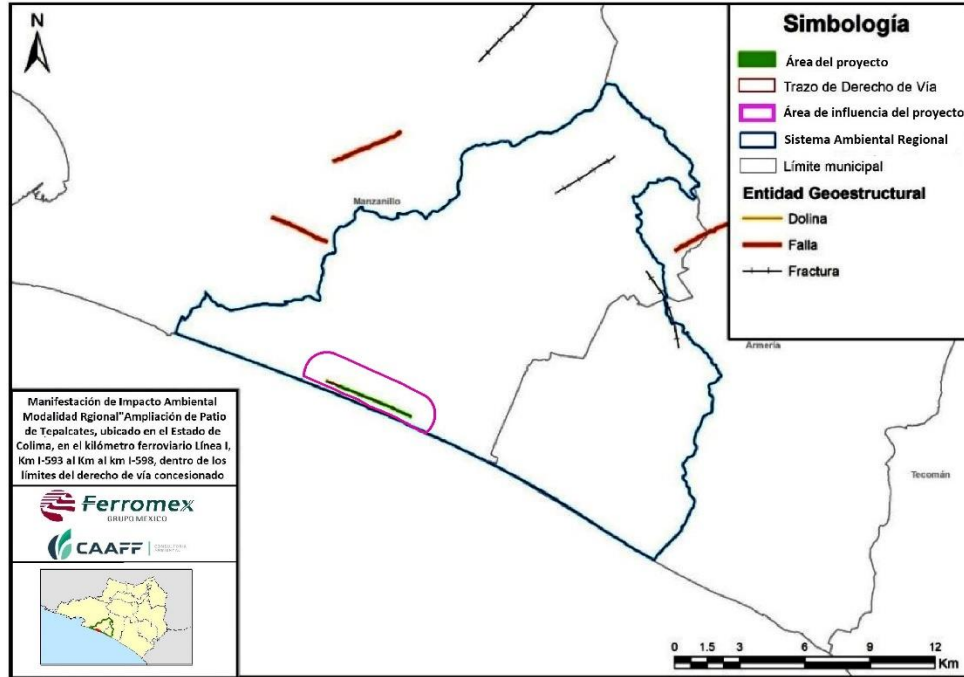


Figura 5. Fallas y fracturas geológicas en el SAR.

#### IV.2.1.2.3. Sismicidad

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y que bordea al Océano Pacífico.

México está conformado por cuatro placas: dos grandes, la de Norteamérica, que va desde México hasta el Ártico y la del Pacífico, que además de incluir parte de México, incluye parte de Estados Unidos y casi todo el Pacífico Norte; una placa mediana, la de Cocos, que ocupa parte del Océano Pacífico, frente a las costas de México y Centroamérica, y se extiende al Sureste hasta Costa Rica; y la pequeña Placa de Rivera, que se encuentra en la boca del Golfo de California.

Las placas están en contacto y se desplazan entre sí, con movimientos relativos. Se deslizan paralelamente sobre sus márgenes por debajo de otras dando lugar al fenómeno de subducción (sistema de fallas), como la Placa de Norteamérica que cabalga sobre la de Cocos a una velocidad aproximada de 5 cm/año, cerca de la frontera con el Estado de Jalisco, y hasta 8.3 cm/año, cerca de la frontera México - Guatemala (Nava, 1987).

De acuerdo a la información anterior se obtuvo la Figura 6, la cual representa la regionalización sísmica propuesta por la CFE, en el SAR se ubica dentro del estado de Colima, el cual en su totalidad se sitúa sobre una zona clasificada como "D", por consecuente el SAR presenta la misma situación, a lo que se concluye que el riesgo que se tiene es "Muy alto", donde se registran grandes sismos frecuentemente, son zonas afectadas por altas aceleraciones que sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo de la gravedad.

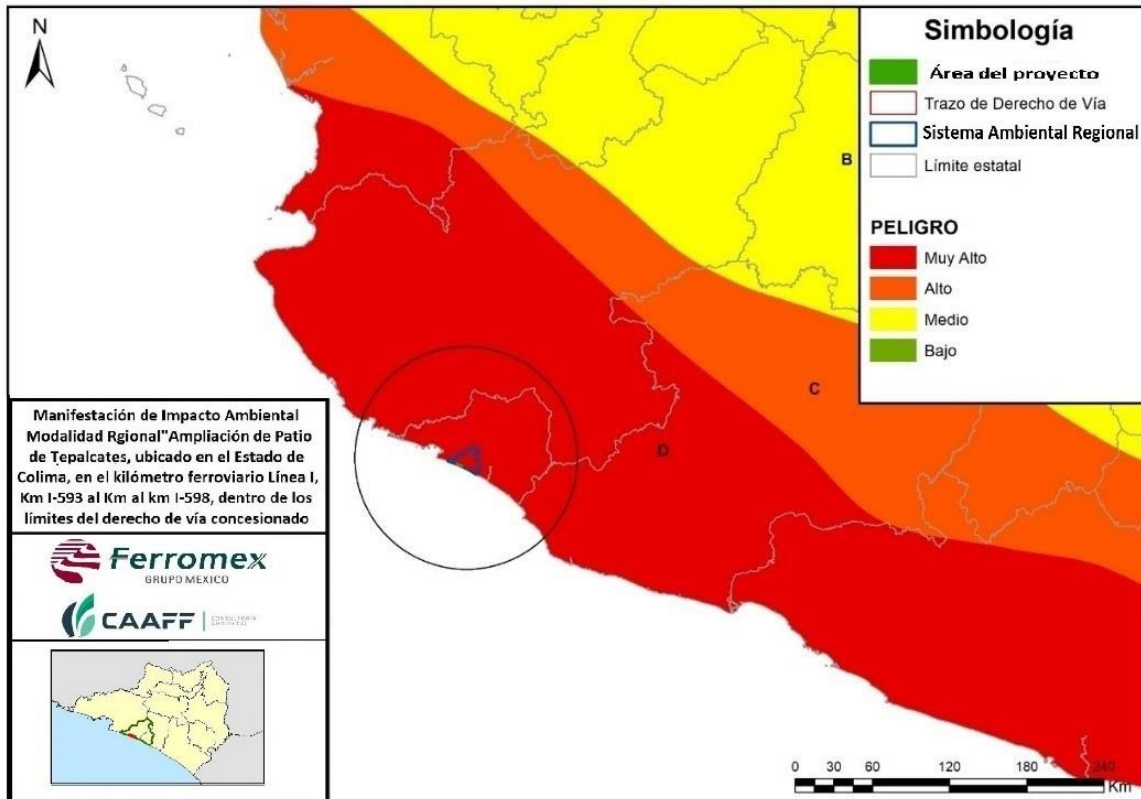


Figura 6. Regionalización sísmica nacional CFE) y ubicación del SAR.

#### IV.2.1.2.4. Hundimientos y deslizamientos

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. Sin embargo, el resto de los tipos de corrimientos (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar. Sin embargo, los peligros o riesgos geológicos se pueden definir como los procesos, situaciones o sucesos que pueden generar un daño económico o social a una comunidad y para cuya prevención, predicción o corrección han de emplearse criterios geológicos.

Por su ubicación el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto **no se sitúan** sobre un área susceptible a hundimiento y deslizamientos o en alguna región potencial de deslizamiento de laderas como se muestra en la Figura 7, de acuerdo con la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).



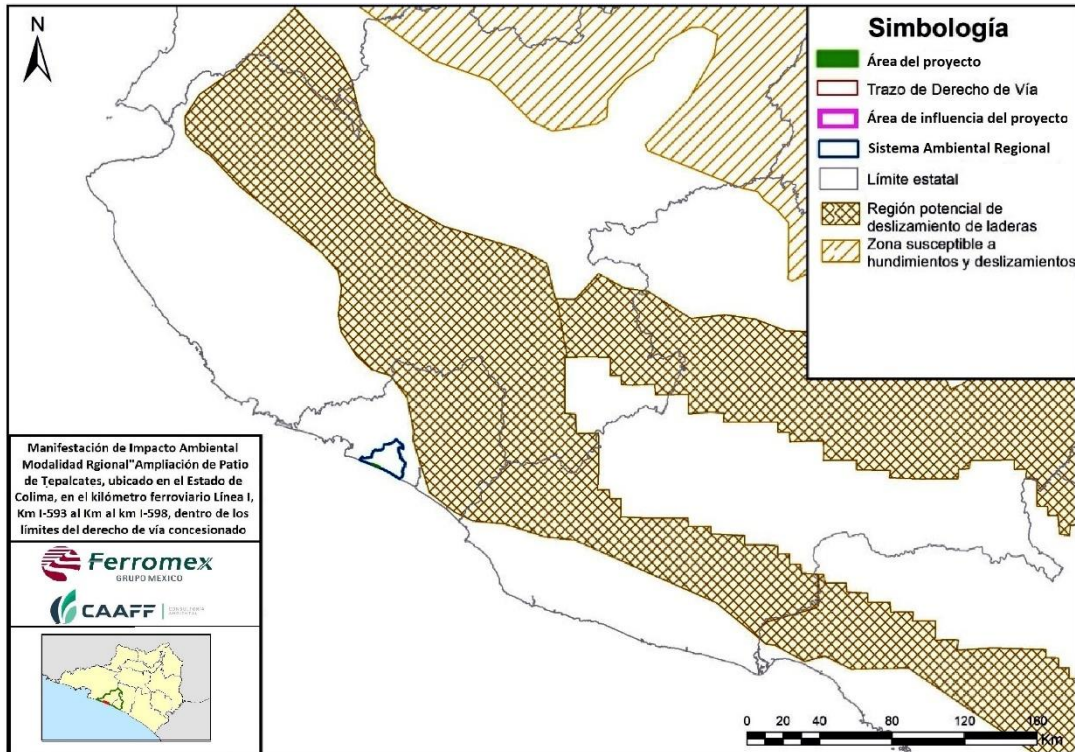


Figura 7. Zonas y regiones con posibles movimientos de masa continental en el SAR.

#### IV.2.1.2.5. Inundaciones

Las inundaciones son consideradas como uno de los fenómenos de mayor impacto en el ámbito mundial, debido al efecto que ocasionan en grandes extensiones territoriales densamente pobladas. Domínguez et al.(1999)<sup>1</sup> define una inundación como el proceso que se produce cuando el gasto de una avenida generada en una cuenca supera la capacidad del cauce por lo que el exceso de agua escurre fuera del mismo, hacia las partes más bajas. Las inundaciones son fenómenos naturales que se convierten en peligros cuando los espacios ocupados por las poblaciones abarcan las llanuras de inundación naturales de un río y, por consecuencia, son afectadas por la acumulación de agua.

Como se muestra en la Figura 8, en el SAR se encuentra sobre una superficie con un solo grado de vulnerabilidad por inundación; el cual se clasifica como **medio** de acuerdo a los datos obtenidos de CENAPRED, dicho organismo definió por sí mismo la información con base a los decesos y daños materiales ocurridos.

<sup>1</sup> Domínguez, R., O. Fuentes y F. García (1999), Inundaciones, Serie Fascículos No. 3, CENAPRED, México.



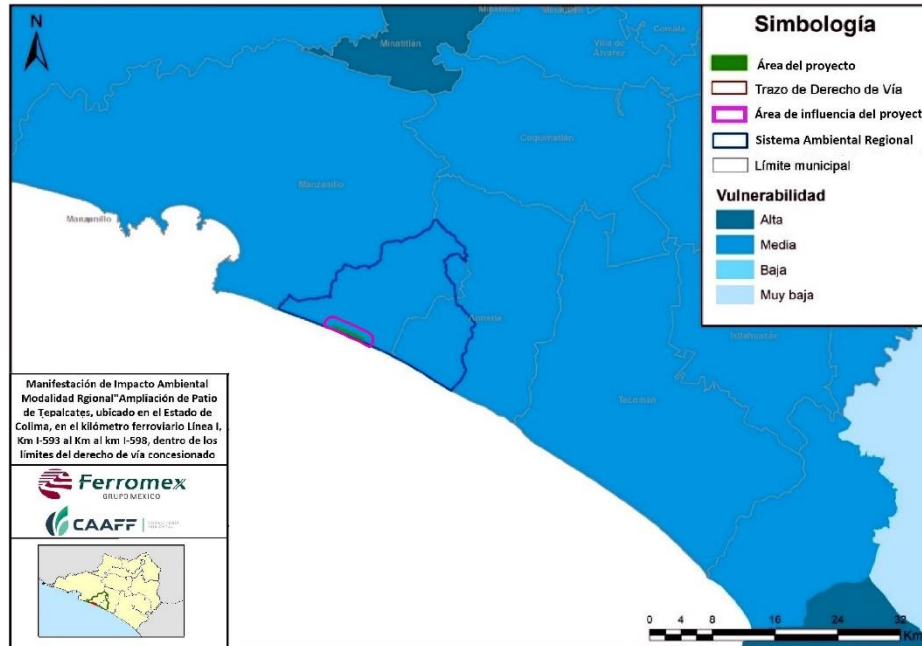


Figura 8. Vulnerabilidad de la superficie del SAR por inundación

### IV.2.1.3. Topografía

Entre las características más importantes del relieve se encuentran las que se refieren a las elevaciones, pendientes y exposiciones del terreno y que determinan las topoformas de la superficie; algunas otras características tales como la fisiografía, son parte complementaria de la morfología de una superficie determinada.

#### IV.2.1.3.1. Elevaciones

En relación con las elevaciones presentes en el SAR, el rango de alturas de mayor frecuencia es de <200 metros sobre el nivel del mar, seguido del rango de los 200 a 400, cubriendo una superficie de **47.96%** y **12.52%** de la superficie total (25,323.994 ha), por el contrario el **0.01%** de la superficie de el SAR presenta una altura mayor a 1,000 msnm; cabe mencionar que **8,192.981 ha (32.35%)** del SAR se encuentran cubiertas por agua, por lo que tan solo el **67.65%** presenta una superficie con una altura sobre el nivel del mas mayor a 1 metro, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 15. Elevaciones presentes en el SAR.

ELEVACIONES (m.s.n.m.)	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
<200	12,145.146	47.96%
200 - 400	3,170.565	12.52%
400 - 600	1,450.936	5.73%
600 - 800	257.775	1.02%
800 - 1000	104.684	0.41%
>1000	1.907	0.01%
TOTAL	17,131.013	67.65%

\*el 32.35% faltante corresponde a cuerpos de agua, es decir, 8,192.981 ha se encuentran cubiertas de agua.

En la Figura 9 se muestra la distribución de las elevaciones del SAR.

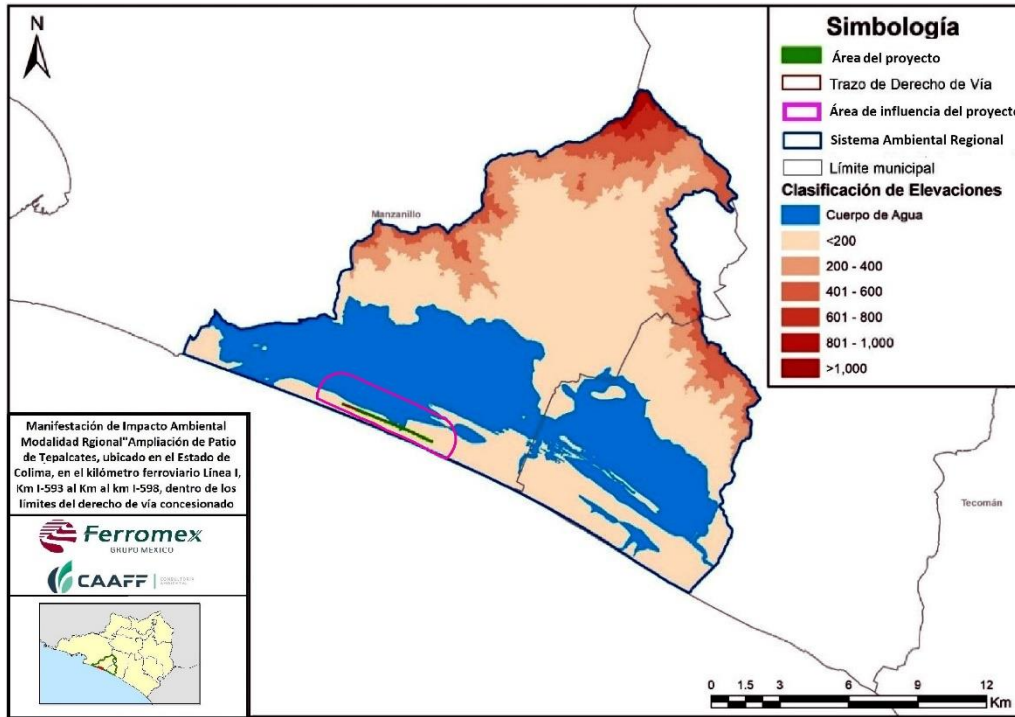


Figura 9. Mapa de elevaciones del terreno dentro del SAR.

#### IV.2.1.3.2. Pendiente del terreno

La pendiente describe el grado mínimo y máximo de inclinación de las elevaciones del terreno, con lo cual se puede conocer desde esta perspectiva la forma del terreno.

Para la calificación de la pendiente del terreno del SAR, se reagrupó la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital de 15 m dentro de seis rangos con valores correspondientes a la pendiente del terreno en porcentaje, el cual maneja el método de calificación de la FAO modificado por Carmona (1985), obteniéndose las tablas siguientes:

Tabla 16. Pendientes presentes en el SAR.

PENDIENTE (%)	DEFINICIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
0-1	Plano	7,949.076	31.39%
1 - 20	Relativamente Plano	9,529.291	37.63%
20 - 40	Medio	3,499.514	13.82%
40 - 60	Fuerte	2,907.548	11.48%
60 - 80	Escarpado	1,220.310	4.82%
> 80	Muy Escarpado	218.255	0.86%
TOTAL		25,323.994	100.00%

Tabla 17. Pendiente mínima, máxima y media del SAR.

PENDIENTE MÍNIMA	PENDIENTE MÁXIMA	PENDIENTE MEDIA
0.00	141.29%	16.17%

Como se puede observar, a nivel general la pendiente que predomina en el terreno en el SAR se considera como **Relativamente plano** cuya clasificación está presente en el **37.63%** del área total, y en segundo lugar una superficie **Plana** en el **31.39%**, mientras que en menor proporción el terreno se clasifica como **Escarpado** y **Muy escarpado** en el **4.82%** y **0.86%** de la superficie del SAR respectivamente, por lo que se concluye que el área de estudio (SAR) presenta un terreno de pendientes ligeras las cuales dominan en la parte suroeste y comienzan a tenerse mayores elevaciones y mayor inclinación como se adentra a la masa continental con rumbo al noreste. Lo anterior se observa en la Figura 10 de a continuación:

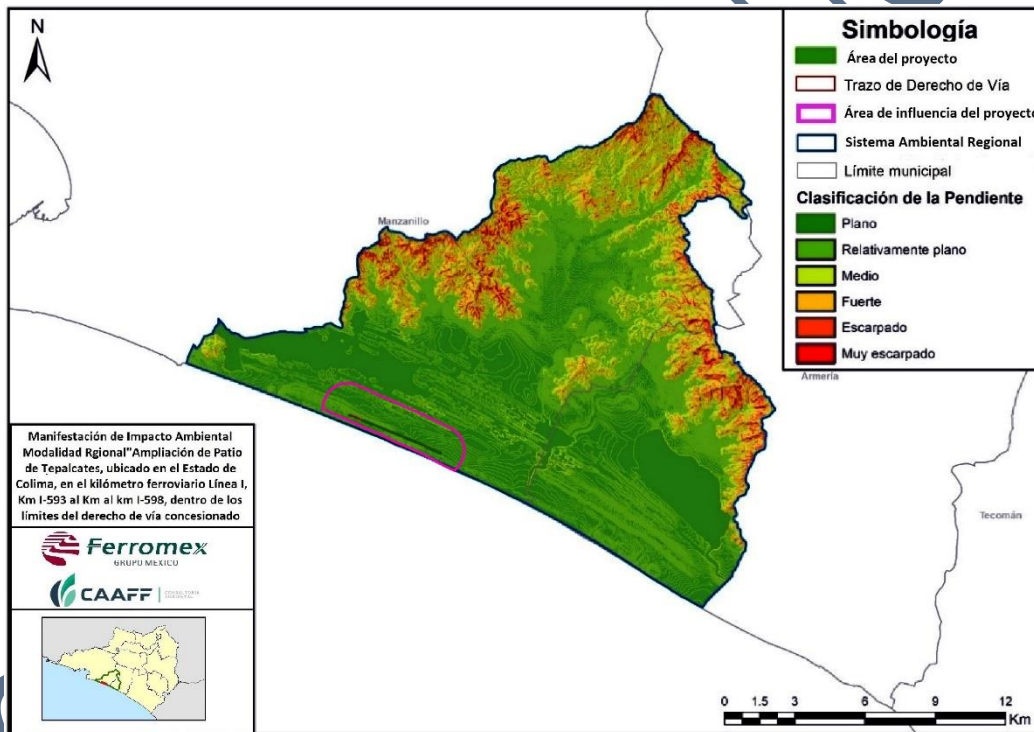


Figura 10. Mapa de pendientes del terreno dentro del SAR.

#### IV.2.1.3.3. Exposición

La situación que guarda un objeto con relación a los puntos cardinales es denominada como exposición, vinculada directamente con la dirección de inclinación de la pendiente.

Cada tipo de exposición tiene unas condiciones micro-climáticas especiales que determinan los estadios de vegetación y de manera recíproca cuando llegan a su clímax modifican también las condiciones micro-climáticas. En este sentido, la influencia de la vegetación y las exposiciones al norte puede traducirse en una disminución de las oscilaciones y una creciente de humedad; mientras que,

superficies desnudas y exposiciones hacia el sur, presentan grandes oscilaciones, altos grados de desecación de aire y suelo.

Dentro del SAR, la orientación del terreno que predomina es con dirección cenital, representando un 33.40% de la superficie total, seguida de las exposiciones Suroeste con 14.79% y Sur con 11.89%, las exposiciones menos presentes son la norte en el 4.05% y este en el 5.45% de la superficie del SAR (Tabla).

Tabla 18. Exposiciones presentes en el SAR.

EXPOSICIÓN	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
Cenital	8,457.446	33.40%
Norte	1,025.674	4.05%
Noreste	1,970.300	7.78%
Este	1,380.535	5.45%
Sureste	2,269.654	8.96%
Sur	3,012.111	11.89%
Suroeste	3,744.162	14.79%
Oeste	2,036.669	8.04%
Noroeste	1,427.442	5.64%
<b>TOTAL</b>	<b>25,323.994</b>	<b>100.00</b>

En la siguiente figura se puede observar la distribución de la orientación del terreno en el SAR.

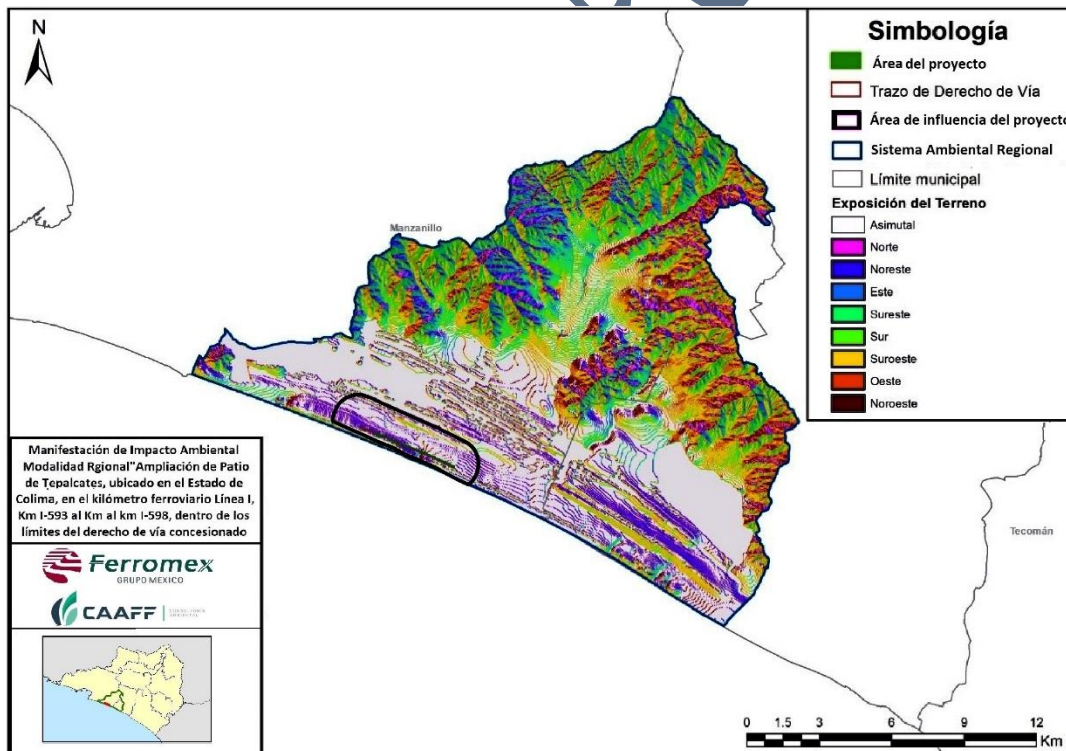


Figura 11. Mapa de exposiciones del terreno dentro del SAR

### III.2.1.3.4. Topoformas

El Sistema de Topoformas es un conjunto de formas que presenta el terreno asociadas entre sí, según algún patrón (o patrones) estructural(es) o degradativo(s) y, además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística en relación con la unidad jerárquica que las comprende.

De acuerdo con la clase de topoformas definida por el INEGI, las clases de topoformas se clasifican con base a la elevación, aspecto, componente, origen, material de depósito, ubicación, asociación y fase.

Dentro de los límites del SAR se encuentran tres sistemas de topoformas: principalmente ocupando el **39.44%** de la superficie se presenta una sierra alta compleja, en el **28.54%** un topoforma definida como Llanura costera con lagunas costeras y en el **16.96%** una Playa o barra inundable y salina, es importante mencionar que el **15.06%** de la superficie está cubierta por agua (Tabla).

Tabla 19. Topoformas presentes en el SAR.

TOPOFORMA	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
Llanura costera con lagunas costeras	7,226.597	28.54%
Playa	4,295.280	16.96%
Sierra alta compleja	9,987.605	39.44%
Cuerpo de Agua	3,814.511	15.06%
<b>TOTAL</b>	<b>25,323.994</b>	<b>100.00</b>

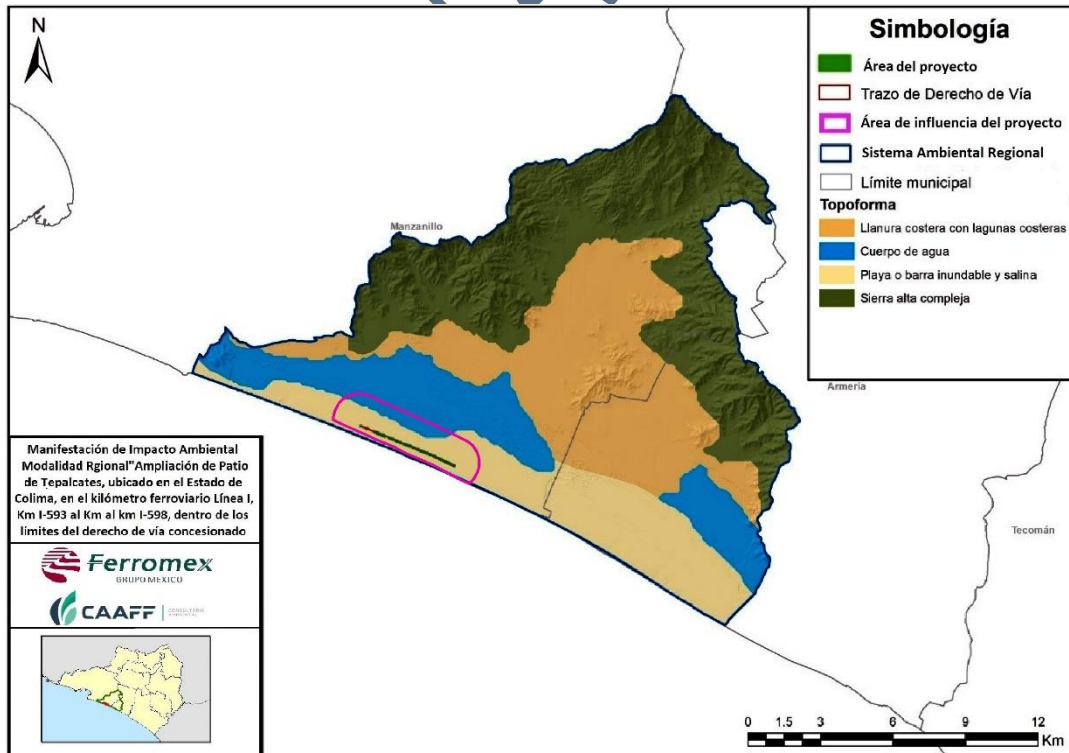


Figura 12. Mapa de sistema de topoformas presentes en la cuenca hidrológico-forestal.



El sistema fisiográfico de clasificación del relieve ha sido adoptado por la Dirección General de Geografía (DGG) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El sistema utiliza criterios geológicos y topográfico - geométricos para definir con precisión los niveles jerárquicos (Quiñones, 1987), como son: Provincia y subprovincia fisiográfica.

La Provincia fisiográfica representa la unidad más amplia definida en este sistema jerárquico y consiste en los grandes conjuntos estructurales que integran un continente, generalmente conforman unidades morfológicas superficiales con características distintivas tales como origen geológico unitario sobre la mayor parte de su superficie, un sólo patrón litológico o un mosaico litológico complejo que resulta de un origen común, morfología propia y extensa a fin de poderse dividir en subprovincias.

Mientras que una Subprovincia fisiográfica se integra por geformas típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son diferentes a las de la provincia en general, pero ahora asociadas por otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la provincia.

#### IV.2.1.3.5. Provincia fisiográfica

El SAR en su totalidad forma parte de la provincia fisiográfica **Sierra madre del Sur**. Limita al Norte con la Provincia del Eje Neovolcánico; al Este, tiene límites con la Provincia de la Llanura Costera del Golfo del Sur y la Provincia de la Cordillera Centroamericana; y en la porción Oeste y Sur, limita con el Océano Pacífico. Políticamente abarca territorio de los estados de Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

La provincia de la Sierra Madre del Sur se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste a sureste. Se inicia al sureste de la Bahía de Banderas, en el estado de Jalisco donde hace contacto con la Cordillera Neovolcánica, y continúa hasta el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca. Tiene una longitud de 1.200 kilómetros, una anchura promedio de 150 kilómetros y una altura media de 2.000 msnm.; su punto más alto es el cerro QuieYelaag a una altura de 3710 msnm, en el sur de Oaxaca.

#### IV.2.1.3.6. Subprovincias fisiográficas

En lo correspondiente a la subprovincia, el SAR está influenciada en su totalidad por un sistema, **Sierras de la costa de Jalisco y Colima**.

**Sierras de la costa de Jalisco y Colima:** La franja irregular de esta subprovincia que penetra en el estado de Nayarit corresponde a la zona en forma de cuerno que encierra por el norte a la bahía de Banderas y el territorio contiguo; abarca todo el municipio de Bahía de Banderas, parte de los municipios de Compostela, Ahuacatlán, Amatlán de Cañas y una pequeña fracción de los municipios de Ixtlán del Río y San Pedro Lagunillas. Su extensión equivale a 7.57% de la superficie total del estado.



Presenta los siguientes sistemas de topofomas: sierra alta compleja, es el más extendido, el relieve principal lo conforman las sierras Vallejo y Zapotán; llanura costera con deltas, corresponde a la llanura costera del río Ameca, lugar en el que están situadas las poblaciones Valle de Banderas y San Juan de Abajo; llanura de piso rocoso o cementado con lomeríos, en la cual se asientan las localidades Punta de Mita e Higuera Blanca; lomerío, bordea a la sierra Vallejo en sus flancos oriental y sur; valle ramificado con lomeríos, en las poblaciones Monteón y Lo de Marcos; y valle ramificado, sitio donde se localiza el poblado Aguamilpa.

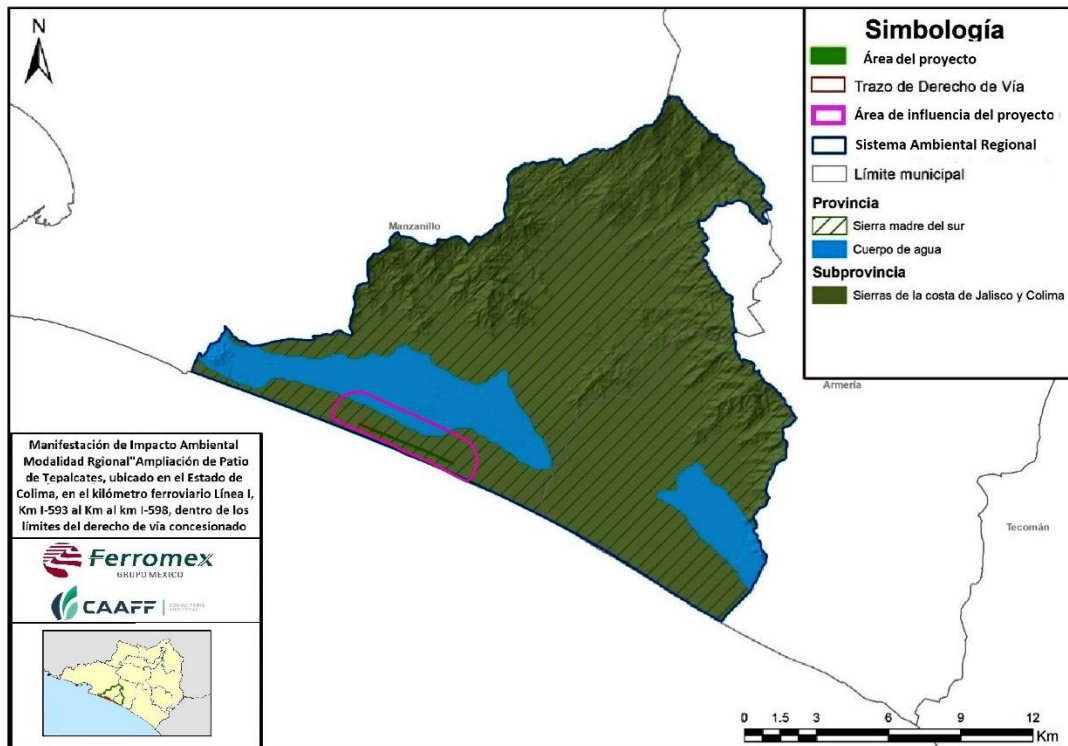


Figura 13. Mapa de provincias y subprovincias fisiográficas presentes en el SAR.

#### IV.2.1.4. Edafología

##### IV.2.1.4.1. Unidades de suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, para el presente proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales Edafológicos escala 1: 250 000 Serie del INEGI. De donde se obtuvo que el SAR domina la unidad de suelo *Phaeosem*.

Esta capa de INEGI contiene información actualizada de los diferentes grupos suelos que existen en el territorio mexicano, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (por sus siglas en ingles *World Reference Base for Soil Resources WRB*), reporte número 84, publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y adaptado por el INEGI, para las

condiciones ambientales de México. En este caso, en la cuenca hidrológico-forestal se presentan los siguientes tipos de suelo y sus asosaciones (Tabla).

Tabla 20. Unidades y subunidades de suelo presente en el SAR.

CLAVE	SUELO 1	SUBUNIDAD 1	SUELO 2	SUBUNIDAD 2	SUELO 3	SUBUNIDAD 3	TEXTURA	ÁREA (Ha.)	PORCENTAJE
H2O	Cuerpo de agua						-	7,304.494	28.84%
Hh/2	Feozem	háplico					Media	318.832	1.26%
Hh/2/L	Feozem	háplico					Media	198.910	0.79%
Hh/2/S	Feozem	háplico					Media	878.946	3.47%
Hh+Be/2	Feozem	háplico	Cambisol	eútrico			Media	3,833.473	15.14%
Hh+Re+1/2/L	Feozem	háplico	Regosol	eútrico	Litosol		Media	3,115.794	12.30%
I+Hh/2	Litosol		Feozem	háplico			Media	66.989	0.26%
I+Re/1	Litosol		Regosol	eútrico			Gruesa	57.239	0.23%
I+Re/2	Litosol		Regosol	eútrico			Media	100.115	0.40%
Je/1	Fluvisol	eútrico					Gruesa	1,599.549	6.32%
Je+Hh/1	Fluvisol	eútrico	Feozem	háplico			Gruesa	302.124	1.19%
Re/1	Regosol	eútrico					Gruesa	817.374	3.23%
Re+Hh/1/L	Regosol	eútrico	Feozem	háplico			Gruesa	414.507	1.64%
Re+Hh/2/L	Regosol	eútrico	Feozem	háplico			Media	2,445.924	9.66%
Re+1/1/L	Regosol	eútrico	Litosol				Gruesa	2,421.183	9.56%
Re+1/1/LP	Regosol	eútrico	Litosol				Gruesa	139.744	0.55%
Re+I+Be/1/LP	Regosol	eútrico	Litosol		Cambisol	eútrico	Gruesa	11.784	0.05%
Vp/3/sn	Vertisol	pélico					Fina	20.616	0.08%
Zg+Zo/1/N	Solonchak	gléyico	Solonchak	órtico			Gruesa	1,154.772	4.56%
ZU	Zona urbanizada						-	121.626	0.48%
Total								25,323.994	100.00%

La Clave para los grupos de suelos en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La clave está basada principalmente en la funcionalidad, generada para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible.

\* Grupos de suelo

**CAMBISOL (B):** Del latín *cambiare*: cambiar. Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

**REGOSOL (R):** Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

**FEOZEM (H):** Suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. Son suelos con igual o mayor fertilidad que los vertisoles, ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente.

**LITOSOL (I):** Constituyen la etapa primaria de formación del suelo, la capa del mismo es menor a 10 cm de espesor, predominando en ella la materia orgánica, con una fertilidad de media a alta. Se presentan en pendientes altas, lo cual impide su explotación económica.

**FLUVISOL (F):** Formados a partir de materiales aluviales recientes aportados por ríos. Tienen un alto interés agrícola.

**VERTISOL (V):** Del latín *vertere*, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Su uso agrícola es muy extenso, variado y productivo. Ocupan gran parte de importantes distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. En estos suelos se produce la mayor parte de caña, cereales, hortalizas y algodón. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

**SOLOCHAK (Z):** Se encuentran en regiones áridas o semiáridas, principalmente en zonas permanente o estacionalmente inundadas. La vegetación es herbácea con frecuente predominio de plantas halófilas; en ocasiones aparecen en zonas de regadío con un manejo inadecuado. En áreas costeras pueden aparecer bajo cualquier clima.

\* **Calificadores de suelo**

**Háptico (h):** No muestra ninguna característica especial y adicional a la del Grupo al que pertenece.

**Éutrico (e):** que tiene una saturación con bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa

cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

**Órtico (o):** Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Unidades de suelo: Acrisol, Luvisol, Solonchak y Solonetz.

**Gléyico (o):** Suelos con una capa saturada de agua al menos alguna época del año. Esta capa es de color gris, verde o azulado y se mancha de rojo cuando se expone al aire. Se localizan generalmente en depresiones o llanuras y son poco susceptibles a la erosión. Unidades de suelo: Acrisol, Cambisol, Feozem, Fluvisol, Luvisol, Solonchak y Solonetz. Se encuentra a 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor.

#### \* Clases Texturales del suelo

La textura es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo.

En el SAR, se presentan los dos niveles de textura, dominando la clase media con un **43.28%** de representatividad en la cuenca y por la textura gruesa con **27.32%** y **0.08%** por textura fina, el **29.32%** restante de la superficie se encuentra cubierta por cuerpos de agua y zonas urbanizadas, como se muestra en la siguiente figura:

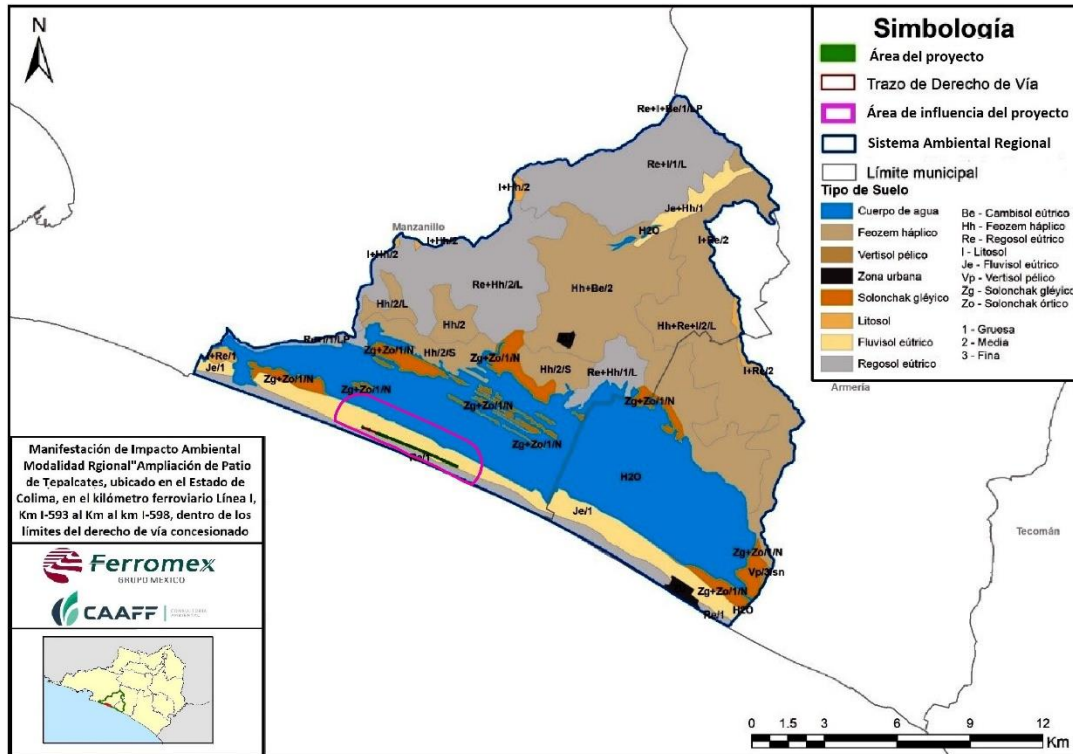


Figura 14. Tipos de suelo presentes en el SAR.

#### IV.2.1.4.2. Erosión hídrica

Para conocer el grado de erosión de los suelos que presenta el SAR se realizó una evaluación de este proceso de deterioro del suelo con la metodología ampliamente utilizada a nivel nacional e internacional, la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisada (RUSLE por sus siglas en inglés).

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como, por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión abiótica causada por el agua, llamada erosión hídrica es la generada por la lluvia y las escorrentías que dispersan y arrastran partículas de suelo y la de tipo eólica depende de la intensidad del viento, que ejerce una fuerza sobre el suelo que afecta a las partículas de un tamaño específico (limo grueso y arena), por lo que su gravedad solo se presenta en las zonas áridas y semiáridas. La erosión hídrica es la que mayores efectos tienen y es la que se puede estimar más acertadamente.

La erosión potencial o riesgo de erosión (hídrica), se define como el efecto combinado de los factores causales de la erosión (lluvia, escurrimiento, suelo y topografía). La combinación de estos factores se denota en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada: RUSLE (Wischmeier y Smith 1978), el cual se ha utilizado para estimar y clasificar la pérdida de suelo potencial en el sistema ambiental.

La RUSLE es un modelo empírico que incluye a un factor R (potencial erosivo de la lluvia), un factor K (erosionabilidad del suelo), un factor L (longitud de pendiente), un factor S (grado de pendiente), un factor C (cobertura vegetal) y un factor P (prácticas de conservación de suelos). En consecuencia, los cuatro primeros factores de la RUSLE determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión potencial es anual y la RUSLE sirve como guía metodológica para la toma de decisiones en la planeación de la conservación del suelo (Wischmeier y Smith, 1978).

Este modelo tiene la siguiente expresión:

$$A = R K L S C P$$

Donde:

A= Pérdida de suelos en ton/ha para la unidad de R

R= Factor de erosividad de la lluvia

K= Factor de erosionabilidad del suelo

L= Longitud de la pendiente

S= Grado de la pendiente

C= Factor de cultivo o Cobertura vegetal

P= Prácticas mecánicas de control de erosión

Una vez obtenidos los resultados del modelo de pérdida potencial de suelos, para realizar la clasificación de la erosión en el sistema ambiental regional se tomará la establecida por la FAO-PNUMA (1980)<sup>i</sup>, ver Tabla siguiente.

Tabla 21. Clasificación de los niveles de erosión (FAO)

NIVEL DE EROSIÓN (PÉRDIDA DE SUELOS)	RANGOS TON /HA/AÑO
Leve (ligera)	< 10
Moderada	10 - 50
Fuerte (severa)	50- 200
Muy Fuerte	>200

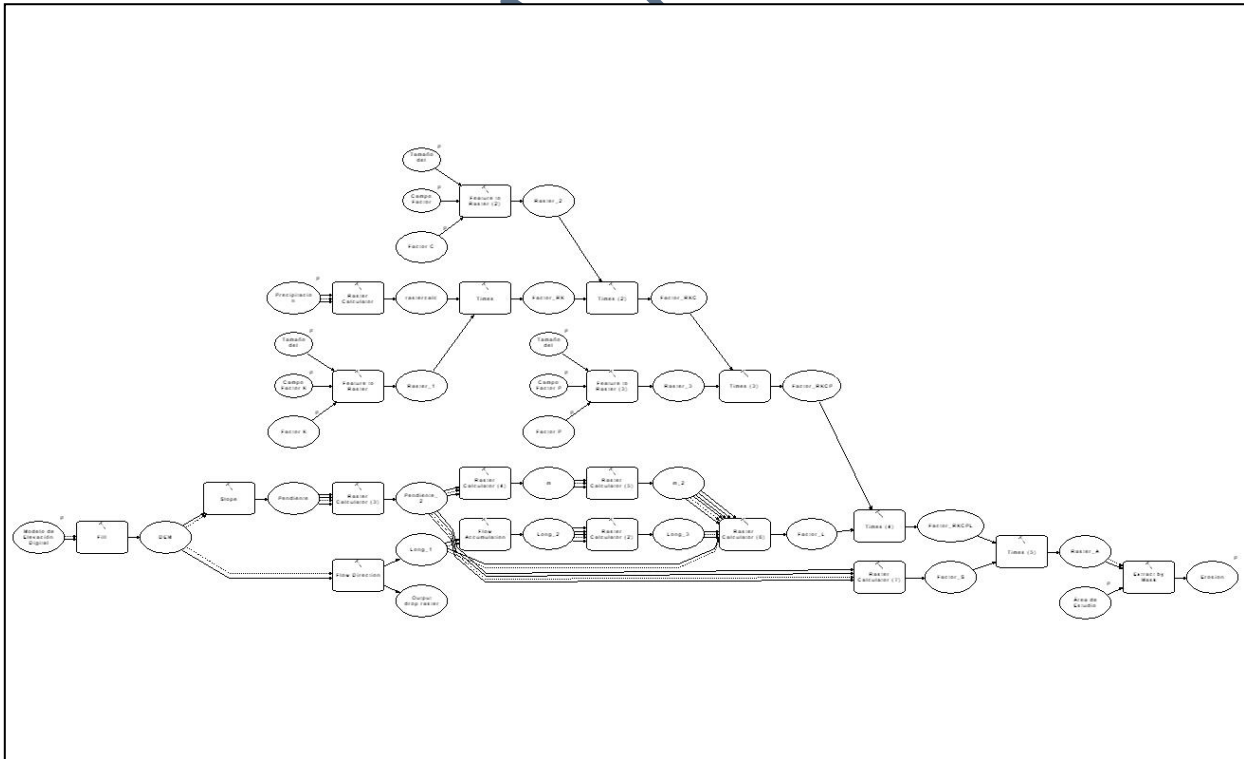
Para el cálculo del nivel de erosión en el sistema ambiental regional, se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS a través de la creación de un modelo en el "Model Builder". Se dispuso de cartografía digital asociada a la capa de uso de suelo y vegetación de la serie VI, los tipos de suelo y topografía del INEGI. La información fue capturada para el cálculo de los parámetros de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada para procesar el resultado.



**Tabla 22. Capas de información geográfica para implementar la RUSLE.**

CAPA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	FACTOR	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN
Precipitación Media Anual	R	Valores de la precipitación media anual obtenida de la información vectorial del Atlas de Agua en México (CNA, 2015)
Carta edafológica 1:250,000 (Serie I INEGI)	K	Se asoció los valores del factor K a cada unidad de suelo conforme a la tabla dada por Cortez (1991)
Modelo Digital de Elevación (CEM INEGI) resolución de 15 metros	L, S	Se obtuvo el Modelo de Elevación Digital del INEGI para ser procesada y obtenida los factores L y S
Uso del suelo y vegetación (Serie VI INEGI)	C	Se asoció los valores de C a la condición de la cobertura del suelo y su uso con los valores dados por diversos autores
Uso del suelo y vegetación (Serie VI INEGI)	P	En la zona del proyecto la única actividad que se realiza comúnmente es el de cultivo al contorno, se asignó este valor conforme a los pesos dados por (TRAGSA, 1998)

Una vez reunida la información en las diferentes capas descritas en la Tabla, para lo cual se construyó el modelo de la erosión que se presenta en la Figura 15; el procesamiento fue automático generado los ráster para una de las capas, mismas que se anexan al presente estudio, la resolución espacial definida por la escala de la información se estableció en 15 metros por pixel.



**Figura 15. Modelo de Model Builder para la erosión hídrica.**

A continuación, se presentan los detalles en el cálculo de cada uno de los factores que intervienen en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada.

**\* Factor R (potencial de erosividad de la lluvia)**

El Factor de erosividad de la lluvia (R) es el índice de erosividad presentado por Wischmeier y Smith (1978) y se define como la suma del producto de la energía cinética total y la intensidad máxima en treinta minutos por evento. Este producto también se le conoce como Índice de Wischmeier y se expresa como:

$$R = \sum(EI30)_i/N$$

Donde:

R = Erosividad anual (tal como las unidades de EI30)

(EI30)<sub>i</sub> = EI30 para tormenta I

N = Tormentas erosivas (ej. P> 10 mm ó 0,5 in) en un periodo de N años.

El cálculo de la energía cinética requiere de la intensidad de la lluvia y esta última, de los registros pluviográficos, los cuales no se encuentran disponibles para la región de estudio; esta limitante hace que optemos por otros métodos para calcular el factor R de erosividad de la lluvia, por lo cual para el cálculo se precedió a hacerlo con la ecuación generada por Cortés (1991) para la región X de las 14 regiones de erosividad de la lluvia en México, en la cual queda dentro del sistema ambiental de análisis, siendo la siguiente:

$$R = Y = 6.89375x + 0.000442x^2$$

Donde:

R: Valor del factor R (índice de erosividad en MJ mm/ha h)

X: Precipitación media anual del pixel

**Tabla 23. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.**

REGIÓN	ECUACIONES	R2
1	Y= 1.20785x + 0.002276X <sup>2</sup>	0.92
2	Y= 3.45552x + 0.006470X <sup>2</sup>	0.93
3	Y=3.67516x - 0.001720X <sup>2</sup>	0.94
4	Y=2.89594x + 0.002983X <sup>2</sup>	0.92
5	Y=3.48801x - 0.000188x <sup>2</sup>	0.94
6	Y=6.68471x + 0.001680x <sup>2</sup>	0.90
7	Y=-0.03338x + 0.006661x <sup>2</sup>	0.98
8	Y=1.99671x +0.003270x <sup>2</sup>	0.98
9	Y=7.04579x - 0.002096x <sup>2</sup>	0.97

REGIÓN	ECUACIONES	R2
10	$Y=6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$Y=3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y=2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y=10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y=1.50046x + 0.002640x^2$	0.95

Fuente: Cortes, 1991.

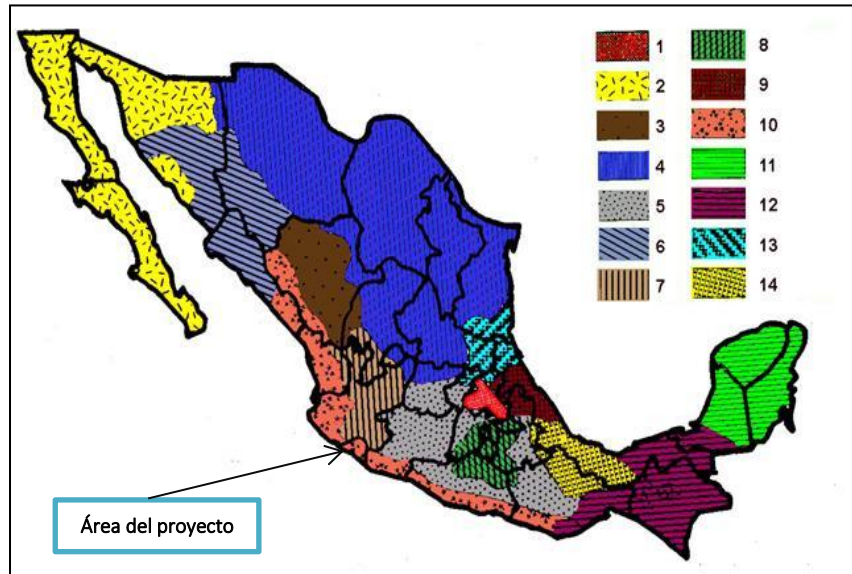


Figura 16. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad.

Para la aplicación de la fórmula se utilizó la información de la matriz de puntos con la precipitación generada a través de datos de las estaciones meteorológicas de la región. Esta variable se obtuvo a partir de los datos de precipitación de las normales climatológicas 1951-2010, procesadas por la CONAGUA generando una matriz de distribución con puntos equidistantes, una vez hecho el recorte de los puntos del área de influencia se interpoló la variable precipitación anual con el método Kriging (método de interpolación sobre datos dispersos), obteniendo valores de precipitación a nivel pixel (Ver Figura 17).

Con los valores de precipitación y la aplicación de la ecuación se generó un plano de distribución de la erosividad de la lluvia (R), este valor de la erosividad es dependiente de la precipitación de los valores de cada pixel, por lo que no se tiene un valor único para toda el SAR, puesto que la precipitación modelada con las interpolaciones es distinta para cada pixel.

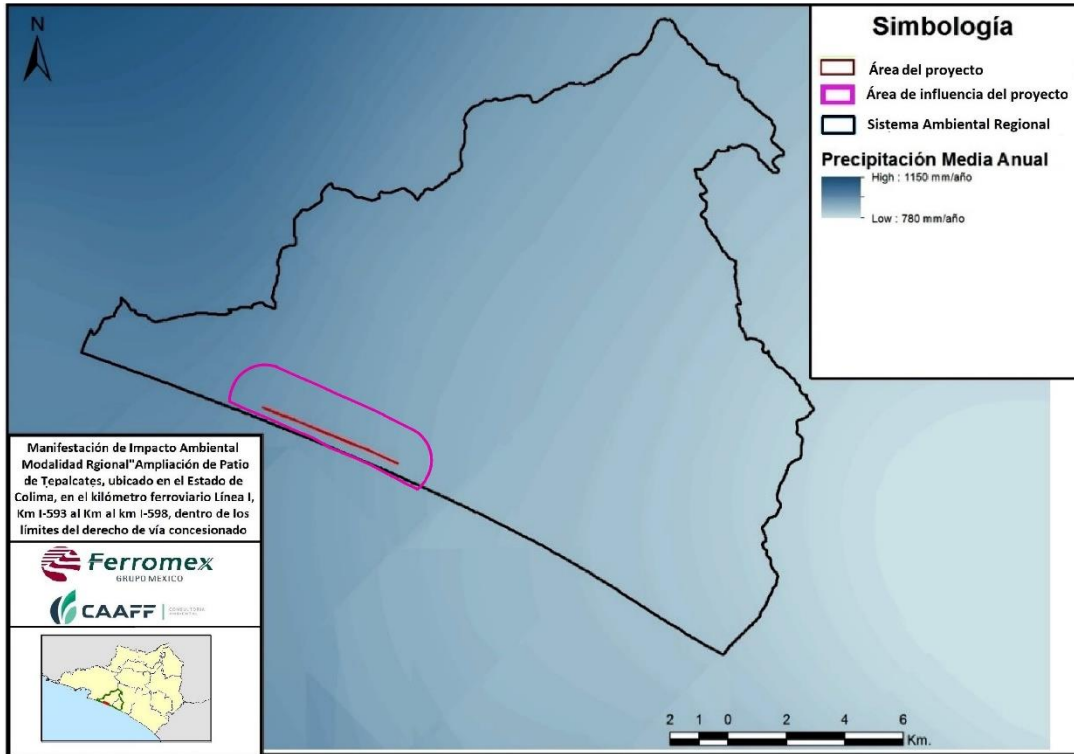


Figura 17. Interpolación de la variable precipitación anual con el método Kriging.

\* **Factor K (Erosionabilidad del suelo)**

El factor Erodabilidad (K) de la ecuación universal de pérdida de suelo, representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Generalmente los valores de K son asignados usando el nomograma de erodabilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, %MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. Para el caso del presente estudio, se utilizó una metodología alternativa que consiste en la determinación de la unidad del suelo de acuerdo con el criterio de la FAO y a partir de la textura superficial. Estos valores de K ver Tabla, en forma tabular, generados por Cortez (1991) citado por Becerra (1999)<sup>ii</sup>. La representación espacial se obtuvo igualmente con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica.

Tabla 24. Valores del Factor K.

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
A	0.026	0.040	0.013	Lo	0.026	0.040	0.013

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
Af	0.013	0.020	0.007	Lp	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.030	0.013	Lv	0.053	0.079	0.026
Ab	0.013	0.020	0.007	M (ag)	0.026	0.040	0.013
Ao	0.026	0.040	0.013	N (d,e,b)	0.013	0.020	0.007
Ap	0.053	0.079	0.026	O (d,e,x)	0.013	0.020	0.007
B	0.026	0.040	0.013	P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.040	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.040	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
Be	0.026	0.040	0.013	Ph	0.026	0.040	0.013
Bf	0.013	0.020	0.007	Pl	0.026	0.040	0.013
Bg	0.026	0.040	0.013	Po	0.053	0.079	0.026
Bh	0.013	0.020	0.007	Pp	0.053	0.079	0.026
Bk	0.026	0.040	0.013	Q (a,c,f,l)	0.013	0.020	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026	R	0.026	0.040	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026	Re	0.026	0.040	0.013
C (g,h,b,k,,l)	0.013	0.020	0.007	Rf	0.013	0.020	0.007
D (d,e,g)	0.053	0.079	0.026	Rd	0.026	0.040	0.013
E	0.013	0.020	0.007	Rx	0.053	0.079	0.026
F (a,b,o,p,r)	0.013	0.020	0.007	S	0.053	0.079	0.026
G	0.026	0.040	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.020	0.007	Sm	0.026	0.040	0.013
Gd	0.026	0.040	0.013	So	0.053	0.079	0.026
Ge	0.026	0.040	0.013	T	0.026	0.040	0.013
Gh	0.013	0.020	0.007	Th	0.013	0.020	0.007
Gm	0.013	0.020	0.007	Tm	0.013	0.020	0.007
Gp	0.053	0.079	0.026	To	0.026	0.040	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026	Tv	0.026	0.040	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026	U	0.013	0.020	0.007
H (c,g,h,l)	0.013	0.020	0.007	V (c,p)	0.053	0.079	0.026
I	0.013	0.020	0.007	W	0.053	0.079	0.026
J	0.026	0.040	0.013	Wd	0.053	0.079	0.026
Je	0.013	0.020	0.007	We	0.053	0.079	0.026
Jd	0.026	0.040	0.013	Wh	0.026	0.040	0.013
Je	0.026	0.040	0.013	Wm	0.026	0.040	0.013
Jf	0.053	0.079	0.026	W	0.053	0.079	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
K (h,,j,l)	0.026	0.040	0.013	X (h,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.040	0.013	Y (h,k,l,t)	0.053	0.079	0.026
La	0.053	0.079	0.026	Z	0.026	0.040	0.013
Lc	0.026	0.040	0.013	Zg	0.026	0.040	0.013
Lf	0.013	0.020	0.007	Zm	0.013	0.020	0.007
Lg	0.026	0.040	0.013	Zc	0.026	0.040	0.013
Lk	0.026	0.040	0.013	Zt	0.053	0.079	0.026

(Fuente: Becerra, 1999)

Estos valores se asociaron como atributos del mapa vectorial de los polígonos de las asociaciones de suelo, la cartografía vectorial edafológica del INEGI maneja una asociación de hasta tres diferentes unidades de suelo, lo cual se obtuvo un valor promedio de estos pesos dados, posteriormente se realizó la transformación a mapa digital ráster otorgando el valor correspondiente por cada pixel de 15 metros de resolución para el SAR de análisis, este proceso se lleva a cabo con el modelo creado para la RUSLE dentro del "Model Builder".

Tabla 25. Factor K de los suelos del SAR.

CLAVE EDAFOLÓGICA	K UNIDAD 1	K UNIDAD 2	K UNIDAD 3	FACTOR K
Hh/2	0.02			0.02
Hh/2/L	0.02			0.02
Hh/2/S	0.02			0.02
Hh+Be/2	0.02	0.04		0.03
Hh+Re+1/2/L	0.02	0.02	0.02	0.02
I+Hh/2	0.02	0.02		0.02
I+Re/1	0.013	0.026		0.0195
I+Re/2	0.02	0.04		0.03
Je/1	0.026			0.026
Je+Hh/1	0.026	0.013		0.0195
Re/1	0.026			0.026
Re+Hh/1/L	0.026	0.013		0.0195
Re+Hh/2/L	0.04	0.02		0.03
Re+I/1/L	0.026	0.013		0.0195
Re+I/1/LP	0.026	0.013		0.0195
Re+I+Be/1/LP	0.026	0.013	0.026	0.0217
Vp/3/sn	0.026			0.026
Zg+Zo/1/N	0.026	0.026		0.026
Zona urbana				0
Cuerpo de agua				0



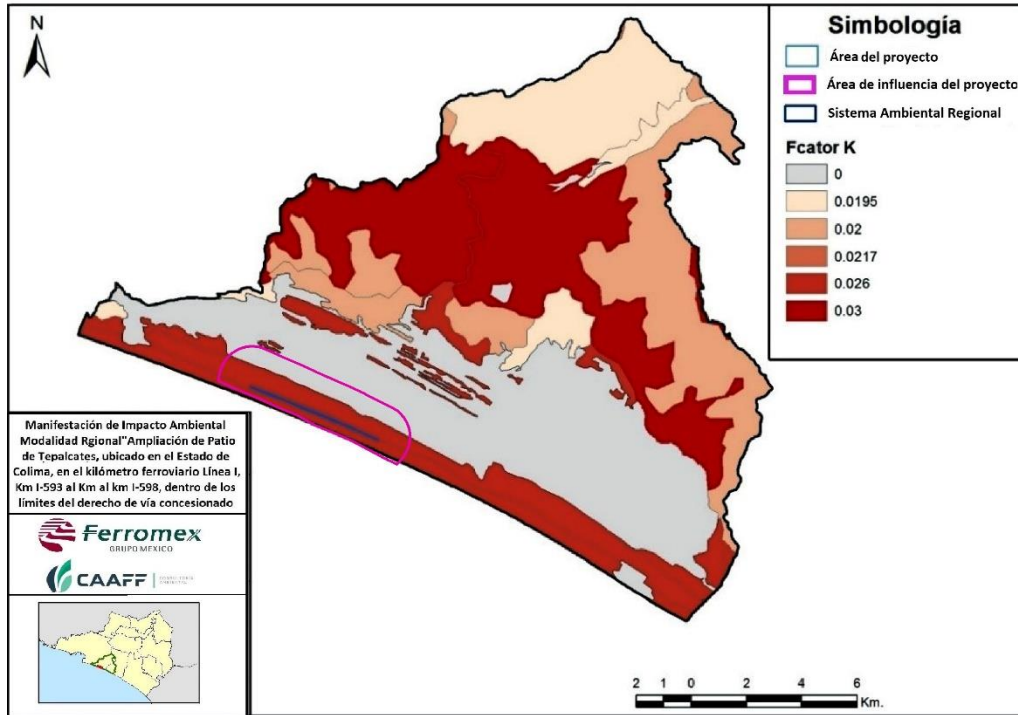


Figura 18. Valores del factor K en el SAR.

\* Factor LS (Longitud y Grado de la pendiente)

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud L, se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de que se presente la sedimentación del suelo erosionado, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Por su parte, el grado de erosión también depende de la pendiente, por lo que con relación a una parcela de 22.1 m de longitud, ambos factores se pueden unir en uno solo a través de la ecuación adimensional siguiente:

$$LS = \left[ \frac{\lambda}{22.1} \right]^m \left[ \frac{0.043s^2 + 0.3s + 0.43}{6.613} \right]$$

Donde:

LS: Factor de longitud y grado de pendiente

$\lambda$ : Longitud de la Ladera

s: Pendiente del terreno

m: Valor dependiente de la pendiente media según la siguiente expresión:

$$m = \frac{\frac{\text{sen } \phi}{0.0896(3(\text{sen } \phi)^{0.8}) + 0.56}}{1 + \frac{\text{sen } \phi}{0.0896(3(\text{sen } \phi)^{0.8}) + 0.56}}$$

$\phi$ : pendiente media en grados

El valor de s varía de acuerdo a las siguientes reglas:

Para pendiente menores del 9%  $s = 10.8 (\text{sen } \phi) + 0.03$

Para pendiente mayores del 9%  $s = 16.8 (\text{sen } \phi) - 0.5$

Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) con una resolución del 15 metro de tamaño del píxel obtenido del continuo de elevaciones mexicano de la página del INEGI (<https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>).

Como herramienta, se utiliza el ArcGIS, además de proporcionar los valores del factor LS para cada punto ubicado en el SAR de análisis a partir de ahí, se puede hacer el cálculo del riesgo de erosión con un Sistema de Información Geográfica.

El valor de LS es distinto para cada píxel puesto que cada uno tiene una pendiente y una longitud distinta, el rango de valores para el área del SAR Forestal va de 0.0614 hasta 79.952 y una media 1.031 para todo el SAR, siendo estos valores adimensionales (no tienen unidad), en la Figura 19 se presenta el mapa de distribución del factor LS del SAR.

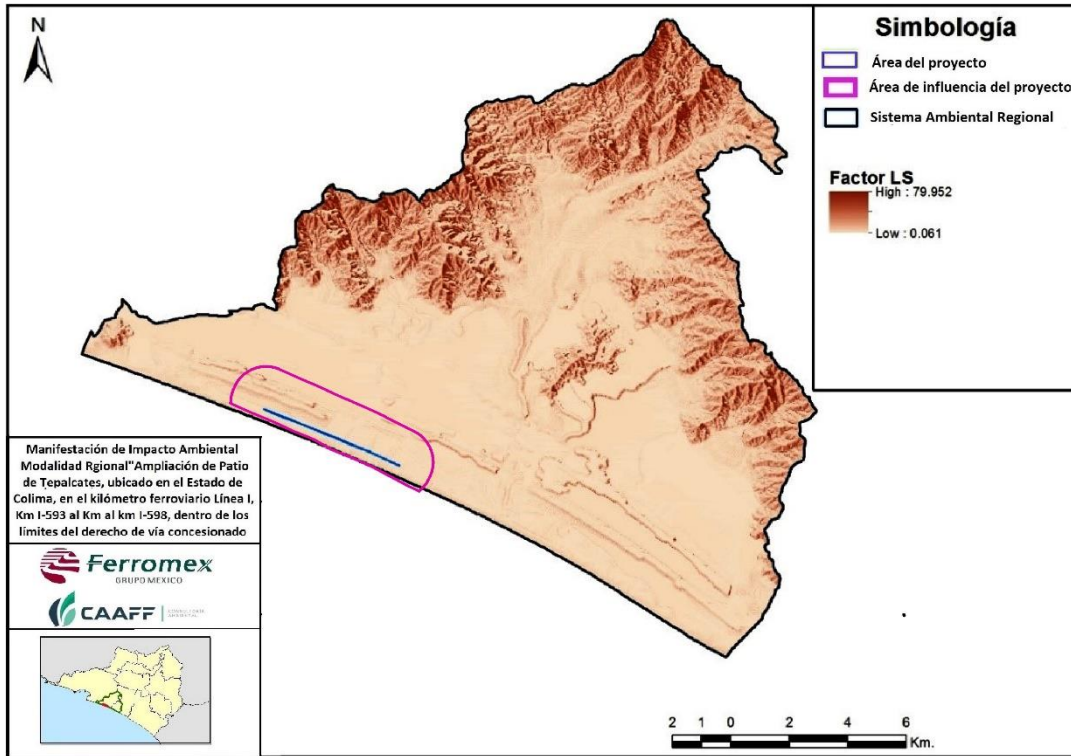


Figura 19. Valores del factor LS en el SAR.

\* **Factor de Cobertura del suelo C**

Este factor contempla las diferencias de comportamiento del suelo frente a la erosión en función de su cobertura. De esta manera, si el producto "LS K R" de la RUSLE estima el riesgo de erosión de un suelo, el factor de cubierta "C" aminora dicho resultado según características del ecosistema tales como la especie o especies, la arquitectura del ecosistema, el estado del ecosistema en sincronización con los periodos de lluvias, las características de la materia orgánica acumulada sobre la superficie del suelo, las labores sobre el suelo (distintas de las especificadas por el factor P de conservación), etc.

Para la asignación de valores al factor C se han adoptado los criterios recogidos en el libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998) referido a ecosistemas naturales, en el que se diferencia la cubierta vegetal en cinco grandes grupos: cubierta inapreciable, pastizales, matorrales, arbustos y bosques además de las zonas agrícolas. Además de la clasificación en alguno de los cinco tipos estructurales de vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: el recubrimiento (fracción de cabida cubierta, FCC) y el porcentaje de vegetación en contacto directo con el suelo (cubrimiento del suelo).

Tabla 26. Valores de C para áreas forestales (TRAGSA, 1998)

		TIPO DE ORDENACIÓN (2)
--	--	------------------------

% DE CABIDA CUBIERTA	% DE CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO (1)	C	NC
100 - 75	100 - 90	0.001	0.003 – 0.011
75 - 40	90 - 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 <sup>(3)</sup>	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

- (1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas
- (2) C= montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo
- (3) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla 4

Para otras áreas que no corresponden a terrenos forestales arbolados o su cobertura en contacto con el suelo sea menor al 40% se utilizó la tabla siguiente la cual da valores para pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla 27. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)

CUBIERTA VEGETAL			CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO					
TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA	RECUBRIMIENTO	TIPO	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO					
	COLUMNA N.º :		0	20	40	60	80	95-100
	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas Herbáceas y matojos (0.5m)	25	G	0.36	0.17	0.9	0.038	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2m)	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
	50	G	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
Arbolado sin matorral pequeño Apreciable (4m)	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus

W: ídem. por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Para terrenos agrícolas se obtuvieron los valores del Folleto Técnico "Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuena" (INIFAP, 2007) se presenta la siguiente tabla con los valores relativos de acuerdo con el tipo de vegetación o uso de suelo.

**Tabla 28. Valores de C para áreas agrícolas (INIFAP, 2007)**

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.02	0.05	0.10
Trébol	0.025	0.05	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.054	
Sabana sobre pastoreada	0.1	0.22	
Maíz-sorgo, mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

De las tres tablas anteriores se obtuvieron los valores del factor C de acuerdo con las áreas forestales y de los tipos de vegetación encontrados, así mismos en el libro de TRAGSA presenta tablas generales para otros usos como el agrícola, urbano, etc.

**Tabla 29. Valores de C para la RUSLE**

CLAVE	TIPO DE CUBIERTA	CONDICIÓN	FACTOR C
AH	Asentamientos Humanos	Sin Considerar	0
BQ	Bosque De Encino	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (80%)	0.009
H2O	Cuerpo De Agua	Sin Considerar	0
MKE	Mezquital Tropical	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (80%)	0.009
PC	Pastizal Cultivado	Cobertura Del Suelo Constante Y Abundante (70%)	0.067
PI	Pastizal Inducido	Cobertura Del Suelo Regular Y Temporal (50%)	0.11
RP	Agricultura De Riego Permanente	Cultivos Arbóreos Cobertura Permanente (70%)	0.083
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	Cultivos Arbóreos Cobertura Semipermanente (50%)	0.085
TP	Agricultura De Temporal Permanente	Cultivos Anuales Cobertura Regular	0.15
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (70%)	0.041
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (50%)	0.05

CLAVE	TIPO DE CUBIERTA	CONDICIÓN	FACTOR C
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (70%)	0.03
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (50%)	0.05
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (70%)	0.03
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (80%)	0.009
VU	Vegetación De Dunas Costeras	Vegetación Primaria Buena Cobertura Del Suelo (70%)	0.04

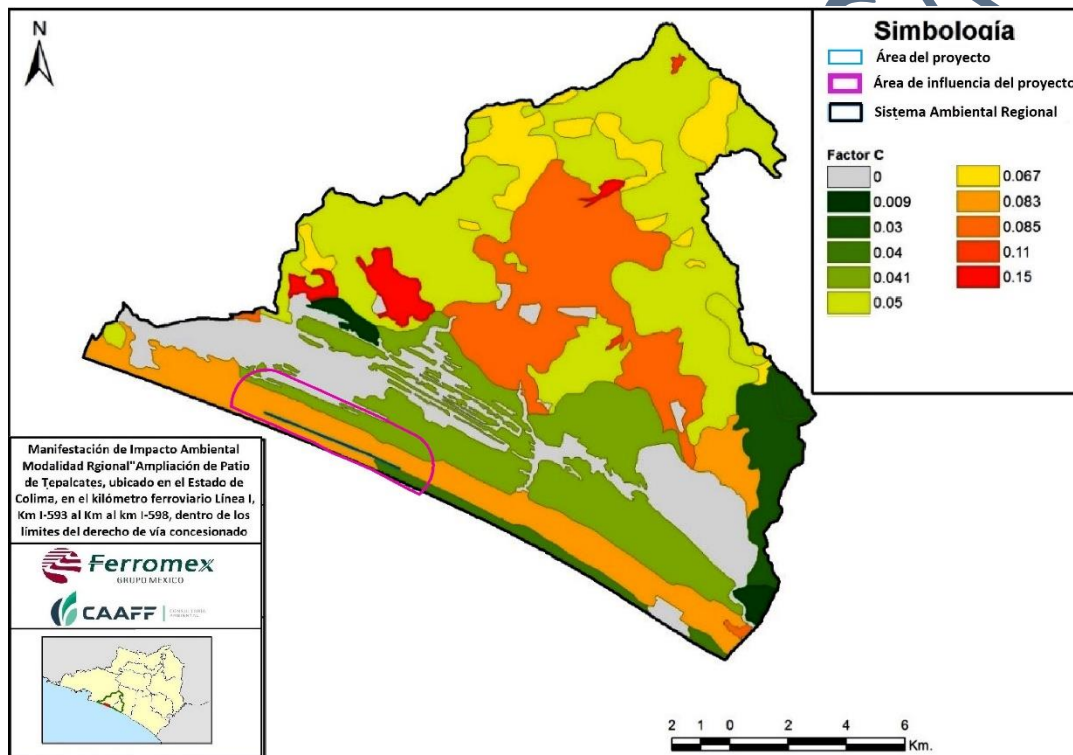


Figura 20. Valores del factor C en el SAR.

**\* Factor de Prácticas de Conservación P**

El factor P de la RUSLE es la proporción de la pérdida de suelo que se presenta cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo ocurrida cuando se cultiva en laderas sin práctica de conservación alguna. Para el caso del SAR se asignó un valor 0.6 para las áreas agrícolas al realizar cultivos al contorno y de 1 al resto de los usos y tipos de vegetación ya que no se realizan este tipo de prácticas, además de considerarse que este factor ya está incluido dentro de valor C en cuanto a vegetación de bosques y pastizales se refiere.



Tabla 30. Valores del factor de método de control de la erosión (Becerra, 1999).

% DE PENDIENTE DEL TERRENO	SURCADO AL CONTORNO	FRANJAS AL CONTORNO	TERRACEO
1-2	0.60	0.30	0.12
3-8	0.50	0.25	0.10
9-12	0.60	0.30	0.12
13-16	0.70	0.35	0.14
17-20	0.80	0.40	0.16
21-25	0.90	0.45	0.18

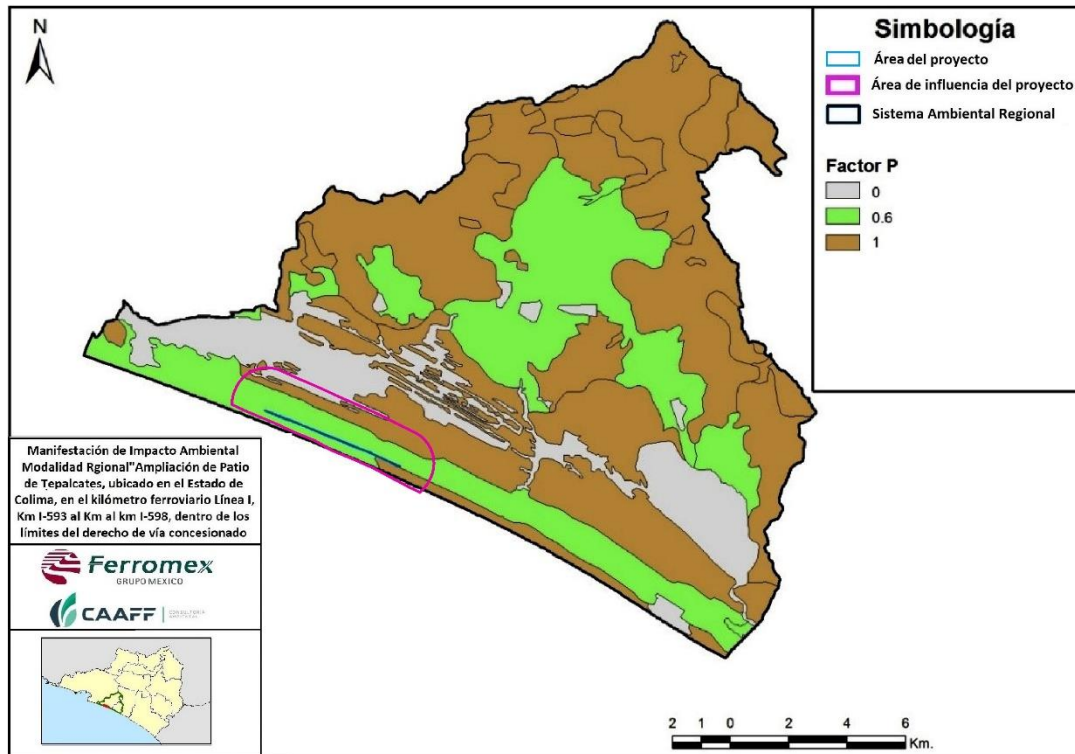


Figura 21. Valores del factor P en el SAR.

**\* Determinación de los niveles de erosión en el SAR**

Una vez que se generan las capas de información en formato ráster y con tamaño de píxel de 15 metros para los 6 factores de la ecuación universal de pérdida de suelo se procedió a ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión potencial actual para el SAR de análisis.

La acción Model Builder es una herramienta del SIG y es un modelo visual sencillo para poder generar una herramienta que será la secuenciación de varias herramientas, de tal forma que, si se debe hacer una serie de pasos iguales con distintas capas, mediante el uso de Model Builder, se puede secuenciar las diversas herramientas para que únicamente solo se ingresen las capas a utilizar. Para nuestro caso, se obtuvieron y rasterizaron las seis capas con valores a nivel píxel de 225 m<sup>2</sup> el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos, como se ejemplifica de manera gráfica en la siguiente:

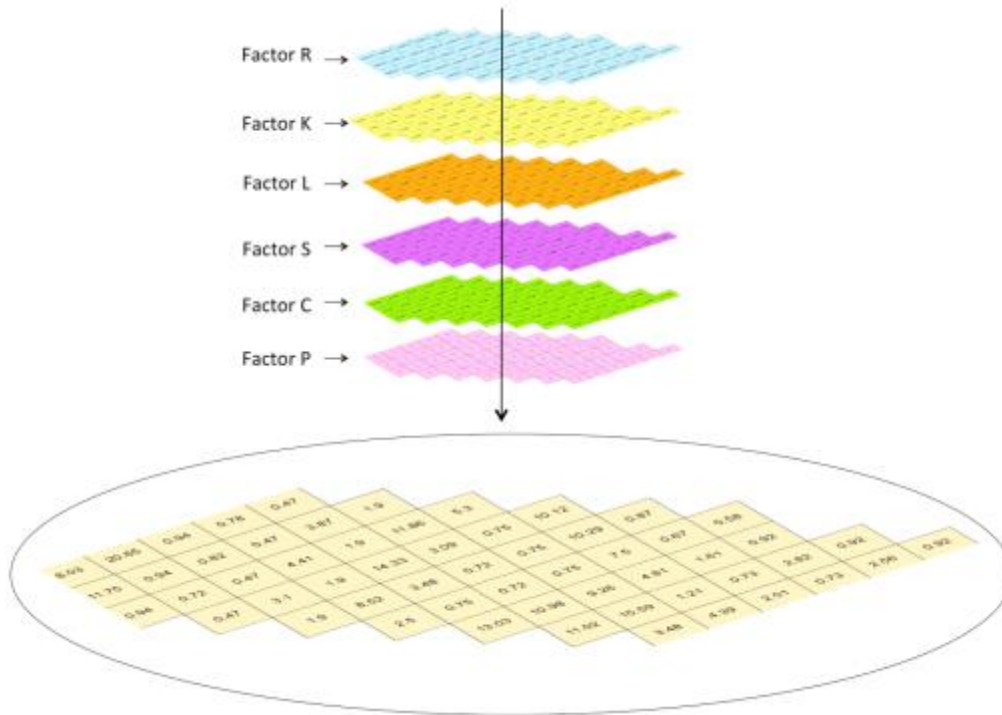


Figura 22. Ejemplificación del proceso realizado en el SIG.

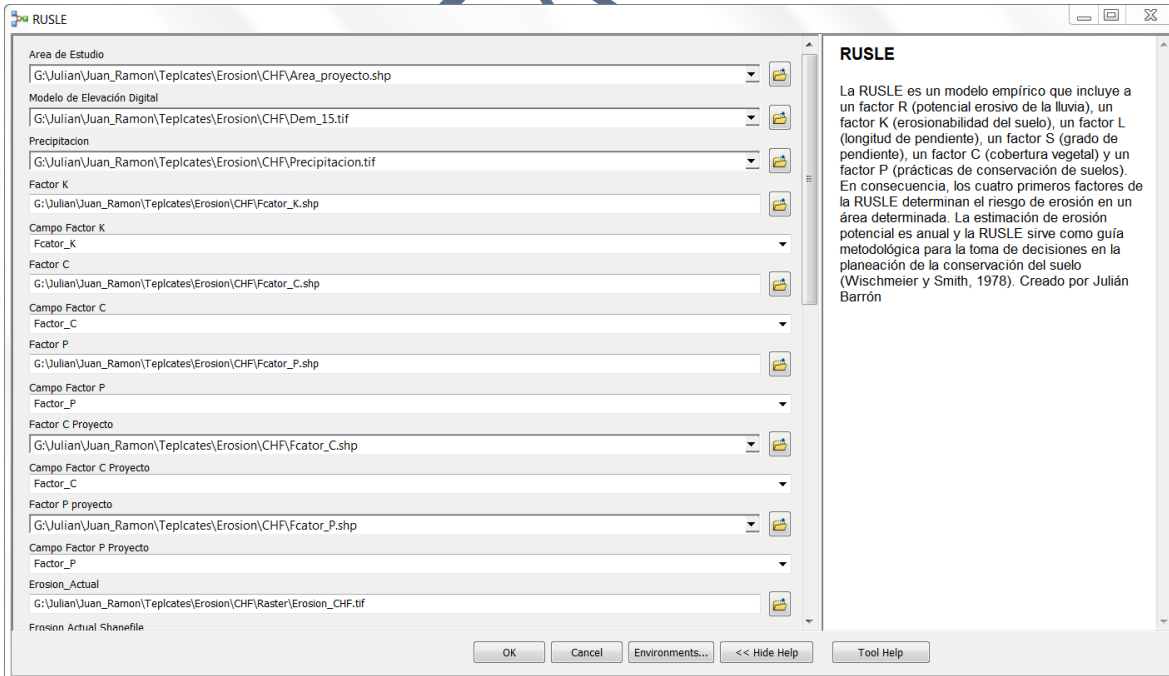


Figura 23. Modelo de la RUSLE.

#### IV.2.1.4.2.1. Erosión hídrica del suelo por tipo de cobertura vegetal presente en el Sistema ambiental regional

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel pixel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel. En virtud de que se tiene una diversidad de resultados a nivel pixel, se agruparon los valores de acuerdo con los rangos establecidos por la FAO (Tabla 31), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 311. Nivel de erosión hídrica en el SAR.

NIVEL	RANGOS TON /HA/AÑO	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Leve (ligera)	< 10	20,597.38	81.34
Moderada	10-50	3,903.05	15.41
Fuerte (severa)	50- 200	784.83	3.10
Muy Fuerte	>200	38.74	0.15
<b>Total</b>		<b>25,323.99</b>	<b>100.0</b>

Como se observa en la tabla anterior los niveles de erosión se encuentran en niveles bajos donde el 81.34% del área se encuentra en un nivel leve o ligero, el 15.41% en un nivel moderado, el 3.10% en un nivel fuerte y para el nivel muy fuerte el 0.15% del SAR, lo cual indica que la erosión hídrica en la zona no es un problema o riesgo de deterioro del suelo en la mayor parte. El promedio de todo el SAR es de 7.81 ton/ha/año estando en un nivel leve.

Para tener un panorama más claro sobre la pérdida de suelo en el SAR, a continuación, se desglosa para cada uno de los tipos de cobertura vegetal. En las tablas se puede observar la intersección de valores de los factores R, K, LS y C, que al ser multiplicados de acuerdo con la EUPS se obtuvo la erosión promedio en ton/ha/año. La erosión total se obtuvo multiplicando la erosión en ton/ha/año por la superficie de cada tipo de vegetación o cobertura.

Tabla 32. Nivel de erosión hídrica por tipo de vegetación.

CLAVE	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	EROSIÓN PROMEDIO (TON/HA/AÑO)
AH	Asentamientos Humanos	0.00
BQ	Bosque De Encino	8.95
H2O	Cuerpo De Agua	0.00
MKE	Mezquital Tropical	0.31
PC	<b>Pastizal Cultivado</b>	<b>20.37</b>
PI	<b>Pastizal Inducido</b>	<b>21.91</b>
RP	Agricultura De Riego Permanente	2.05
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	2.82
TP	Agricultura De Temporal Permanente	7.74
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	0.13
VSA/SBC	<b>Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia</b>	<b>19.05</b>
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	7.09
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	13.91
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	9.01
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	0.21
VU	Vegetación De Dunas Costeras	1.56

Los niveles de erosión más alto se presentan en los pastizales inducidos con 21.91 ton/ha/año, esto es debido a su cobertura baja del suelo y a que este tipo de cobertura se presentan en pendientes moderadas lo cual incrementa los niveles de erosión a comparación de las tierras cultivadas que para la zona del SAR se ubica en terrenos planos, en segundo nivel se cuenta al pastizal cultivado con una tasa promedio de 20.37 ton/ha/año y la vegetación secundaria arbustiva de la selva baja caducifolia con una tasa de 19.05 ton/ha/año.

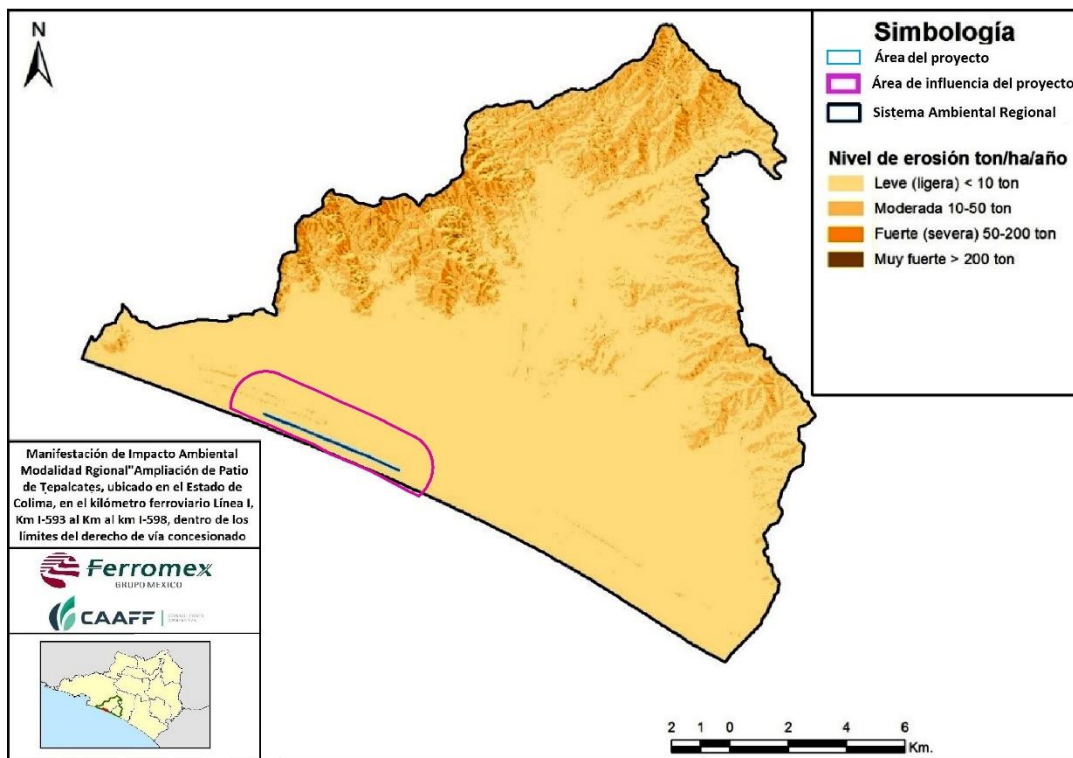


Figura 24. Nivel de erosión en el SAR.

#### IV.2.1.4.2. Erosión hídrica en el área de remoción

A continuación, se realiza un análisis comparativo sobre la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez realizado el proyecto. Para esto, cada uno de los casos se denomina como "Escenario 1" y "Escenario 2", y adicionalmente se presenta la comparativa de las condiciones actuales y una vez establecido el proyecto.

##### Escenario 1. Erosión hídrica en condiciones actuales en el área de remoción

Una vez que se generan las capas de información en formato ráster y con tamaño de píxel de 5 metros para los 6 factores de la ecuación universal de pérdida de suelo se procedió a ejecutar el "ModelBuilder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión potencial actual para el área de remoción (en adelante área del proyecto).

Para nuestro caso, se obtuvieron y rasterizaron las seis capas con valores a nivel pixel de 9 m<sup>2</sup> y el *modelbuilder* realizó el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos, como se ejemplifica de manera gráfica en la figura 23.

**Tabla 33. Valores rasterizados de los factores de la EUPS para el escenario actual.**

FACTOR	VALOR DE LOS PÍXELES EN EL ÁREA DEL PROYECTO
R	6,574.25 hasta 6,937.47
K	0.026
LS	0.041 hasta 2.999
C	0.02 y 0.05
P	1

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel pixel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel, como se muestra en la figura 23. En virtud de que se tiene una diversidad de resultados a nivel pixel, se agruparon los valores de acuerdo con los rangos establecidos por la FAO, obteniendo los resultados agrupados por nivel de erosión Tabla .

**Tabla 34. Nivel de erosión hídrica del área actualmente sin proyecto.**

NIVEL	RANGOS TON /HA/AÑO	ÁREA FORESTAL	
		ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Leve (ligera)	< 10	8.6780	99.74
Moderada	10-50	0.0224	0.26
Fuerte (severa)	50- 200		
Muy Fuerte	>200		
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>	<b>100.0</b>

Como se observa en la tabla anterior los niveles de erosión dentro de los terrenos forestales se encuentran en niveles muy bajos donde el 99.74% del área se encuentra en un nivel leve o ligero, el 0.26% en un nivel moderado; no presentándose el nivel severo ni el muy fuerte dentro del área del proyecto, lo cual indica que la erosión hídrica en la zona NO es un problema o riesgo de deterioro del suelo, esto se explica por la topografía plana, con pendientes muy suaves a lo largo del DDV a desarrollarse en el área del proyecto. En la Tabla se presenta el nivel promedio de la erosión la cual asciende a 0.87 ton/ha/año.

**Tabla 35. Erosión Hídrica promedio actualmente sin proyecto.**

ÁREA	EROSIÓN (TON/HA/AÑO)	CLASIFICACIÓN (FAO)
Área Forestal	0.87	Leve

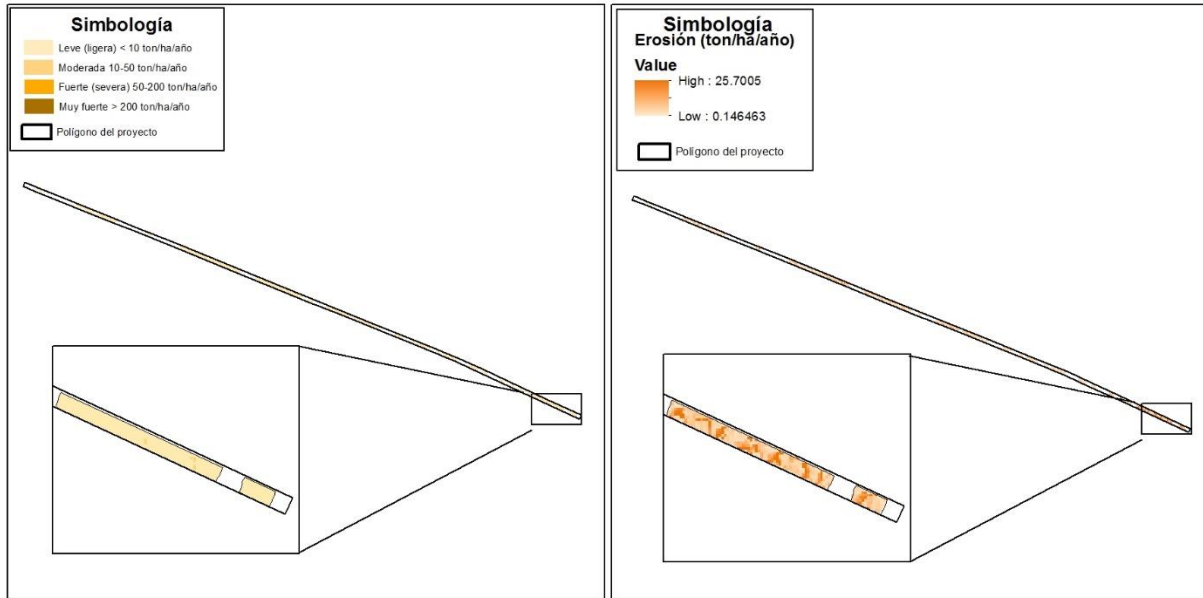


Figura 34. Niveles de erosión hídrica en el escenario actual.

Nota: En la memoria de cálculo se detalla la ecuación, como el cálculo es a nivel de pixel y no es un simple valor para toda el área del proyecto, sino miles de valores ya que el sitio es muy variable en cuanto a pendiente, longitud de pendiente, erosividad, etc.

\* **Escenario 2. Erosión hídrica una vez realizada la remoción de la cobertura vegetal.**

Este escenario representa los niveles de erosión una vez ejecutado el proyecto y remoción de la vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea).

Considerando la afectación por el desmonte del área en las **8.7004 ha** con la ejecución del proyecto, y valorando la eliminación de la vegetación, se realizó el mismo proceso que con el escenario actual y sólo **se modificó el factor C con el proyecto**, considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación, siendo este **factor de 0.45** obtenido también de la tabla de valores del libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (áreas sin vegetación apreciable ver Tabla Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)), este valor corresponde a una cobertura sin vegetación y un cubrimiento del suelo del 20%.

Tabla 36. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998).

CUBIERTA VEGETAL			CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO					
TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA	RECUBRIMIENTO	TIPO	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO					
			0	20	40	60	80	95-100
COLUMNA N.º :	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas Herbáceas y matorjos (0.5m)	25	G	0.36	0.17	0.9	0.038	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003



CUBIERTA VEGETAL			CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO					
TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA	RECUBRIMIENTO	TIPO	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO					
			0	20	40	60	80	95-100
COLUMNA N.º :	2	3	4	5	6	7	8	9
Matorral (2m)	25	W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
		G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
	50	W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
		G	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
	75	W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
		G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
Arbolado sin matorral pequeño Apreciable (4m)	25	W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
		G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
	50	W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
		G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
	75	W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
		G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.088	0.041	0.011

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus

W: ídem por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer

Con la modificación de la variable de la cobertura del suelo (factor C) se procedió a correr el nuevo el modelo de la "EUPS" en el SIG, considerando las demás variables (pendiente, longitud, precipitación y suelo) con sus valores iniciales.

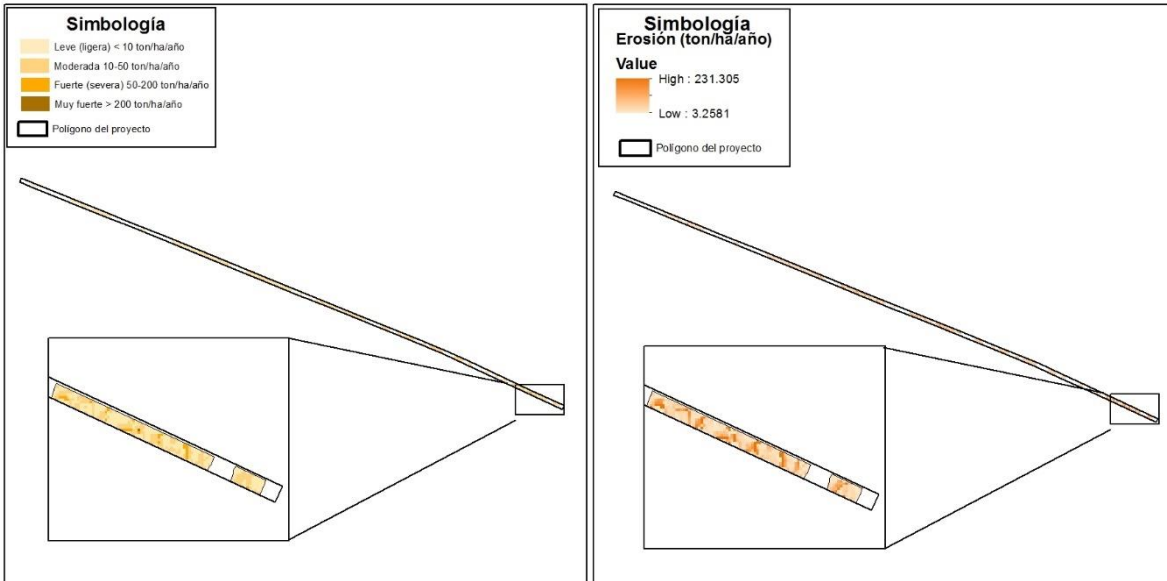


Figura 35. Niveles de erosión hídrica con el proyecto.

Los resultados de la nueva ejecución del modelo de erosión se presentan en la Tabla de acuerdo con los niveles dados por la FAO (1980), está superficie del análisis para la totalidad del área de remoción.

Tabla 37. Clasificación de los niveles de erosión hídrica con la ejecución del proyecto.

NIVEL	RANGOS TON /HA/AÑO	ÁREA FORESTAL	
		ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Leve (ligera)	< 10	5.1101	58.73
Moderada	10-50	3.3906	38.97
Fuerte (severa)	50- 200	0.1972	2.27
Muy Fuerte	>200	0.0025	0.03
<b>Total</b>		8.7004	100.0

Como se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte y remoción de la vegetación que actualmente cuenta las **8.7004 ha** se puede deducir que en la actualidad el 99.74% de la superficie del proyecto está en categoría de leve mientras que con la ejecución del proyecto hasta la etapa de desmonte esta superficie en este nivel baja al 58.73% pasando la diferencia hacia niveles mayores de erosión, principalmente hacia la categoría de moderada donde tendría un incremento del 41.01% y la categoría fuerte con 2.27% de la superficie del proyecto, mientras que la categoría de muy fuerte con el 0.03% más que los niveles que tienen actualmente.

En la siguiente tabla se presenta el promedio para toda el área de proyecto una vez ejecutado el proyecto.

Tabla 38. Erosión hídrica con la ejecución del proyecto.

ÁREA	EROSIÓN (TON/HA/AÑO)	CLASIFICACIÓN FAO
Área Forestal	12.37	Moderada

**\* Comparación del grado de erosión hídrica con y sin el proyecto**

De acuerdo con análisis comparando los niveles medios de erosión hídrica en toneladas por hectárea por años el actual (0.87) y con el proyecto (12.87) se tendría un incremento potencial de 11.5 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área de remoción (8.7004 ha) **se estima una pérdida de suelo anualmente en lo que se ejecuta la remoción de vegetación, correspondiente a 100.05 toneladas por año a consecuencia del proyecto.**

Para estimar el incremento total en los niveles de erosión a casusa del desmonte en el área forestal del proyecto se realizó una suma de los incrementos parciales obtenidos previamente para la erosión hídrica, en la Tabla se representan los niveles de erosión que se incrementan a causa del proyecto.

Tabla 39. Incremento de la Erosión por el proyecto.

EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL (TON/AÑO)	EROSIÓN CON PROYECTO (TON/AÑO)	INCREMENTO (TON/AÑO)
Erosión hídrica (ton/ha/año)	0.87	12.37	11.5
Erosión hídrica total (ton/año)	7.57	107.62	100.05

Es importante mencionar que se llevarán a cabo las medidas preventivas y de mitigación necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo, mismas que se describen a detalle en el Programa

de Conservación y Restauración de Suelo y Agua que se anexa en el presente estudio (ANEXO E).

#### IV.2.1.4.3. Erosión eólica

La erosión eólica es el proceso por el cual el viento recoge y transporta el material superficial del suelo y las partículas llevadas por él desgastan la superficie del terreno (Wilson, 1984<sup>2</sup>). Así, la erosión eólica remueve de los terrenos la porción más fértil del suelo y por lo tanto disminuye la productividad de los terrenos (Lyles, 1974<sup>3</sup>). Parte de este suelo entra en suspensión y se convierte en polvo atmosférico.

La erosión del suelo por el viento, de la misma manera que la del agua, depende de la fuerza con la que el fluido (el aire) actúa en las partículas del suelo. Para cualquier fluido, la fuerza que ejerce en una partícula depende de la rugosidad de la superficie, pero en el caso del viento, la rugosidad juega un papel particularmente crítico, debido a la baja densidad y, por lo tanto, capacidad de transporte del aire. Donde la superficie es muy rugosa, la velocidad del viento cerca de la misma será baja y ocurrirá una cantidad muy pequeña de erosión. Cualquier superficie relativamente suave, como el caso de un terreno desnudo, es muy susceptible a la erosión eólica, y este riesgo se incrementa para aquellos suelos que contienen cantidades apreciables de materiales con tamaño de limo. Estas condiciones son muy comunes en los desiertos y a lo largo de las planicies de inundación y costas, pero la remoción de la vegetación y las cortinas rompevientos para fines de cultivo, propician una erosión eólica intensa en cualquier lugar.

El principal factor de erosividad es la fuerza del viento sobre la superficie del suelo. Las características que afectan esta fuerza pueden agruparse, según SEMARNAT (20024) en: los que se relacionan con la naturaleza del flujo atmosférico y los que se relacionan con la restricción a ese flujo, la aspereza superficial.

La FAO (1980) propuso una ecuación de erosión eólica que se basa en la ecuación desarrollada por Woodruff y Siddoway (1965<sup>5</sup>), la cual se utiliza para áreas extensas, como un intento para evaluar la magnitud global de la degradación de los suelos. También se establecen dos tipos de evaluación:

---

<sup>2</sup> Wilson, B. N., Barfield, B.J. Ward, A.D. and Moore, I.D. 1984. A hydrology and sedimentology watershed model. Part I: Operational format and hydrologic component. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 27:1370-1377

<sup>3</sup>Lyles, L. 1974. Speculation on the Effects of Wind Erosion on Productivity. Special Report to Task Force on Wind Erosion Damage Estimates. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture

<sup>4</sup>SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2002. Evaluación de la degradación del suelo causado por el hombre en la República Mexicana Escala 1:250.000. Memoria Nacional. México, D. F. 76 p.

<sup>5</sup>Woodruff, N.P. and F.H. Siddoway (1965). A wind erosion equation. Soil Science Society of America Proceedings 29:602-608.

1) Erosión eólica actual. Es la erosión que actúa en el momento presente, que se expresa como una tasa anual, es decir, como la intensidad del proceso y no como el daño acumulado desde el pasado hasta el presente;

2) Riesgo de erosión eólica (erosión potencial). Es el riesgo de que ocurra erosión bajo las peores condiciones posibles del uso del suelo y vegetación, puesto que el clima, el suelo y la topografía son relativamente estables.

Lo anterior, permite:

- a) crear una base para comparar áreas de tierras diferentes y
- b) crear una base para evaluar los riesgos que se corren tan pronto como la vegetación natural o el uso-de la tierra presentes cambien.

Los modelos paramétricos empleados pueden expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Erosión eólica actual} = f(C, S, T, V, L)$$

$$\text{Riesgo de erosión eólica} = f(C, S, T)$$

Donde:

C factor de agresividad climática

S factor suelo

T factor topográfico

V factor vegetación natural

L factor uso de la tierra

Con esta ecuación se manejan los factores de una forma más sencilla, y sus valores están en razón inversa del grado de resistencia que confieren respecto a la erosión eólica (con excepción del factor C), es decir, que cuanto mayor sea el factor numérico asignado, mayor será la erosión por viento calculado (FAO, 1980).

Con la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica **se realizó una simulación para la Cuenca Hidrológico Forestal mediante un proceso similar al del cálculo de la erosión Hídrica**. Esto es mediante la transformación de la información de la ecuación en capas de información en formato Ráster y con tamaño de píxel de 15 metros para los factores de la ecuación y con ello se procedió a

ejecutar el "Model Builder" en el Sistema de Información Geográfica ArcGIS, estimando el valor de erosión eólica actual.

A continuación, se detallan los factores que constituyen dicho modelo y su fuente de datos para el área que estamos analizando.

\* **Factor de agresividad climática, "C"**

Chepil et al- (1962) citado por FAO (1980) desarrollaron un factor climático que se basa en el principio de que la tasa de movimiento del suelo varía directamente con el cubo de la velocidad del viento e inversamente con el cuadrado de la humedad efectiva del suelo. Ya que por lo general no se dispone de la humedad superficial efectiva, se usa el índice de efectividad de precipitación (P-E) de Thornthwaite (1931).

El cálculo de este factor se realizó mediante una forma modificada del índice eólico de Chepil et al. (1962) propuesta por la FAO (1980) para la evaluación a nivel general, como se muestra a continuación:

$$C = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{12} V^3 \left( \frac{PET - P}{PET} n \right)$$

Donde:

V= velocidad media mensual del viento a 2m de altura, m/s

P= precipitación pluvial, mm

PET = evapotranspiración potencial, mm

n = número de días del mes

**Paso 1: Obtener el Valor de PET**

En lo concerniente al cálculo de la Evapotranspiración Potencial (PET, por sus siglas en inglés) se puede obtener de diversos métodos. Para el caso del presente análisis se usó la metodología de Thornthwaite modificada (Dunne y Leopold, 1978); la cual se expresa mediante la siguiente igualdad:

$$PET = 16 \left( 10 \times \frac{Tm}{I} \right)^a$$

Donde:

PET= es la evapotranspiración potencial en mm

Tm= Temperatura media

I= Índice de calor:

a= la constante local del índice (I)

$$a = 675(I \times 10^{-3})^3 - 77.1(I \times 10^{-3})^2 + 1792(I \times 10^{-5}) + 0.49329$$

Para calcular la **Intensidad de Calor** se toma en cuenta los valores de la temperatura media por mes de la estación meteorológica de Venustiano Carranza (06025), al ser la estación dentro del SAR con mayores datos, aplicando la ecuación siguiente (metodología de Thornthwaite modificada (Dunne y Leopold, 1978)):

$$I = \sum_{k=1}^{12} \left( \frac{Tm}{5} \right)^{1.514}$$

De igual manera, con los resultados de la Intensidad de Calor se calcula la constante local del índice (a)

Tabla 40. Resultados del cálculo de la Intensidad de Calor y su constante a por mes.

MES	TM*	I	a
Enero	22.8	9.885	0.664
Febrero	23.3	10.216	0.669
Marzo	23.3	10.216	0.669
Abril	24	10.683	0.677
Mayo	26.8	12.619	0.709
Junio	28.4	13.774	0.727
Julio	27.4	13.048	0.715
Agosto	28.4	13.774	0.727
Septiembre	27.3	12.977	0.714
Octubre	26.7	12.548	0.707
Noviembre	25.8	11.915	0.697
Diciembre	24.3	10.885	0.680

\*Datos de la estación **Venustiano Carranza clave (06025)**, la cual es la estación con datos de precipitación y temperatura media mensual

Posteriormente se calcula la Evapotranspiración Potencial (PET) aplicando los valores a la ecuación antes referida:

Tabla 41. Proceso de la ecuación para la obtención de PET por mes

MES	Tm / I	TM / I X 10	(TM/I X10) <sup>A</sup>	PET CALCULADA
Enero	2.31	23.06	8.02	128.38
Febrero	2.28	22.81	8.10	129.63
Marzo	2.28	22.81	8.10	129.63
Abril	2.25	22.47	8.22	131.45
Mayo	2.12	21.24	8.71	139.44
Junio	2.06	20.62	9.03	144.52
Julio	2.10	21.00	8.83	141.30



MES	Tm / I	TM / I X 10	(TM/I X10) <sup>A</sup>	PET CALCULADA
Agosto	2.06	20.62	9.03	144.52
Septiembre	2.10	21.04	8.81	140.98
Octubre	2.13	21.28	8.70	139.13
Noviembre	2.17	21.65	8.53	136.45
Diciembre	2.23	22.32	8.27	132.25

### Paso 2: Cálculo de PET corregida

Para el cálculo de la PET de un mes determinado se debe corregir la PET mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud, esto es con base la latitud en que se encuentre la estación termopluviométrica de donde se obtuvieron los datos base (20°N para el proyecto). Para ello se toman en cuenta los valores de la tabla siguiente elaborada por Dunne y Leopold (1978).

$$PET \text{ (corregida)} = PET \times FC \text{ (mm/mes)}$$

FC Factor de corrección por la latitud y es obtenido de la tabla siguiente

Tabla 42. Factor de corrección de la PET estándar en función de la latitud (Dunne y Leopold, 1978).

LATITUD	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
60°N	0.54	0.67	0.97	1.19	1.33	1.56	1.55	1.33	1.07	0.84	0.58	0.48
50°N	0.71	0.84	0.98	1.14	1.28	1.35	1.33	1.21	1.06	0.9	0.76	0.68
40°N	0.8	0.89	0.99	1.1	1.2	1.25	1.23	1.15	1.04	0.93	0.83	0.78
30°N	0.87	0.93	1	1.07	1.14	1.17	1.16	1.11	1.03	0.96	0.89	0.85
20°N	0.92	0.96	1	1.05	1.09	1.11	1.1	1.07	1.02	0.98	0.93	0.91
10°N	0.97	0.98	1	1.03	1.05	1.06	1.05	1.04	1.02	0.99	0.97	0.96
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10°S	1.05	1.04	1.02	0.99	0.97	0.96	0.97	0.98	1	1.03	1.05	1.06
20°S	1.1	1.07	1.02	0.98	0.93	0.91	0.92	0.96	1	1.05	1.09	1.11
30°S	1.16	1.11	1.03	0.96	0.89	0.85	0.87	0.93	1	1.07	1.14	1.17
40°S	1.23	1.15	1.04	0.93	0.83	0.78	0.8	0.89	0.99	1.1	1.2	1.25
50°S	1.33	1.19	1.05	0.89	0.75	0.68	0.7	0.82	0.97	1.13	1.27	1.36

Los valores calculados del PET nos indican la cantidad de agua que se puede evapotranspirar en óptimas condiciones y, generalmente, son siempre mayores a la evapotranspiración real.

Tabla 43. Resultados de la estimación de PET Corregida.

MES	PET CALCULADA	FACTOR DE CORRECCIÓN	PET CORREGIDA (MM/MES)
Enero	128.38	0.92	118.11
Febrero	129.63	0.96	124.45
Marzo	129.63	1	129.63
Abril	131.45	1.05	138.02
Mayo	139.44	1.09	151.99
Junio	144.52	1.11	160.42
Julio	141.30	1.1	155.43
Agosto	144.52	1.07	154.63

MES	PET CALCULADA	FACTOR DE CORRECCIÓN	PET CORREGIDA (MM/MES)
Septiembre	140.98	1.02	143.80
Octubre	139.13	0.98	136.35
Noviembre	136.45	0.93	126.90
Diciembre	132.25	0.91	120.35
<b>Total</b>	<b>1,637.69</b>		<b>1,660.09</b>

Factor de Corrección Latitud 20°N (Valores de Tabla 42)

### Paso 3: Con el valor de PET corregida, se calcula el factor C

Una vez calculado el valor de PET, son necesarios los valores de velocidad media mensual del viento (V) y los registros de la precipitación, información que se obtuvo de la estación meteorológica Venustiano Carranza clave 06025, así como el número de días por mes (N), para finalmente aplicar la ecuación y obtener el factor C:

Tabla 44. Valores del factor C para el cálculo de la agresividad climática.

MES	V (M/S)	PRECIPITACIÓN (MM/MES)	PET CORREGIDA (MM/MES)	N	FACTOR C
Enero	2.01	34.4	118.11	31	179.11
Febrero	2.06	2.3	124.45	28	240.93
Marzo	2.07	0.9	129.63	31	271.46
Abril	2.04	0	138.02	30	254.49
Mayo	2.00	4	151.99	31	241.93
Junio	1.74	105.5	160.42	30	54.41
Julio	1.73	212.6	155.43	31	-59.43
Agosto	1.72	185.7	154.63	31	-31.52
Septiembre	1.73	223.8	143.80	30	-85.69
Octubre	1.80	133.3	136.35	31	4.05
Noviembre	1.93	21.6	126.90	30	178.24
Diciembre	1.96	20.5	120.35	31	193.81
<b>C</b>		<b>944.6</b>	<b>1,660.09</b>		<b>14.42</b>

V=Velocidad del viento; N=número de días del mes

Fuente: elaboración con base en la información meteorológica de Venustiano Carranza (06025). La velocidad media mensual del viento a 2m de altura m/s y se obtuvo de la base de datos del The National Centers for Environmental Prediction (NCEP) Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) (<http://globalweather.tamu.edu/>) El factor de agresividad climática obtenido es válido para el SAR donde las condiciones de evapotranspiración y temperatura es similar alrededor de la misma, el valor del factor C obtenido es:

$$C = \frac{1}{100} \sum_{1}^{12} V^3 \left( \frac{PET - P}{PET} n \right) = 14.42$$

La FAO (1980) hace una clasificación de las valoraciones del factor de agresividad climática "C", que para el caso de la Cuenca Hidrológico Forestal corresponde a una valoración de ligera, lo cual es

común en las zonas tropicales de México donde la erosión eólica es baja su presencia, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 45. Clasificación de las valoraciones del factor "C". FAO (1980).

CLASIFICACIÓN	VALOR DE "C"
Ninguna o ligera	0-20
Moderada	20 – 50
Alta	50- 150
Muy Alta	>150

**\* Factor Suelo, "S"**

La determinación de la influencia que tiene el factor suelo sobre las tasas de erosión eólica se realizó tomando como base la textura del suelo superficial. Puesto que existe una correlación entre la textura del suelo y lo que se denomina "grupos de erodabilidad eólica", estas correlaciones fueron utilizadas por la FAO (1980), para formular las valoraciones expuestas en la siguiente tabla, las que se aplican a las evaluaciones a un nivel general "S".

Tabla 46. Valoraciones para el factor suelo "S" adimensional. FAO (1980).

TIPO DE SUELO	TEXTURA DEL SUELO		
	GRUESA	MEDIA	FINA
Suelo no calcáreo	3.5	1.25	1.85
Suelo calcáreo	3.4	1.75	1.85
Suelos pedregosos	1.75	0.62 no calcáreo 0.87 calcáreo	0.92

La FAO (1980) consideró que era algo muy rígido determinar cuándo un suelo es calcáreo o no calcáreo, por lo que se trató de ser un poco más flexibles, dando valoraciones intermedias a aquellas valoraciones para suelos calcáreos y no calcáreos, para cuando el suelo secundario o terciario de la unidad cartográfica de suelos son calcáreos, estos valores fueron de 1.42 y 1.58 respectivamente. Esto se hizo tomando en cuenta que, aunque el suelo dominante de la unidad cartográfica de suelos no sea calcáreo, si el suelo secundario o terciario son calcáreos, estos fungen como focos de dispersión de la cal (CaCO<sub>3</sub>), perjudicando también a las áreas adyacentes.

Se consideró que un suelo es calcáreo cuando la subunidad de la unidad de suelo fue cálcica o calcárea, las cuales se caracterizan por el alto contenido de cal (CaCO<sub>3</sub>). Toda la información referente a textura del suelo, unidades cartográficas de suelos con unidades de suelos calcáreos o no calcáreos, suelos pedregosos o guijarrosos, se obtuvo de la carta edafológica a una escala de 1:250,000, del INEGI.

Tabla 47. Unidades edafológicas en el SAR.

UNIDAD 1	SUB 1	UNIDAD 2	SUB 2	UNIDAD 3	SUB 3	TEXTURA	FASE FÍSICA	FACTOR S
Feozem	háplico					Media		1.25
Feozem	háplico					Media	Lítica	1.25
Feozem	háplico					Media		1.25
Fluvisol	éutrico					Gruesa		3.5
Fluvisol	éutrico	Feozem	háplico			Gruesa		3.5
Litosol	N/A	Feozem	háplico			Media		1.25

Litosol	N/A	Regosol	éutrico			Gruesa		3.5
Litosol	N/A	Regosol	éutrico			Media		1.25
Regosol	éutrico					Gruesa		3.5
Regosol	éutrico	Feozem	háplico			Media	Lítica	1.25
Regosol	éutrico	Litosol	N/A			Gruesa	Lítica Profunda	3.5
Regosol	éutrico	Litosol	N/A	Cambisol	éutrico	Gruesa	Lítica Profunda	3.5
Regosol	éutrico	Feozem	háplico			Gruesa	Lítica	3.5
Solonchak	gléyico	Solonchak	órtico			Gruesa		3.5
Vertisol	pélico					Fina		1.85
Feozem	háplico	Cambisol	éutrico			Media		1.25
Feozem	háplico	Regosol	éutrico	Litosol	N/A	Media	Lítica	1.25
Regosol	éutrico	Litosol	N/A			Gruesa	Lítica	3.5
Zona urbana								0
Cuerpo de agua								0

Fuente: Valores de la carta Edafológica de INEGI y los valores de S de la tabla 39.

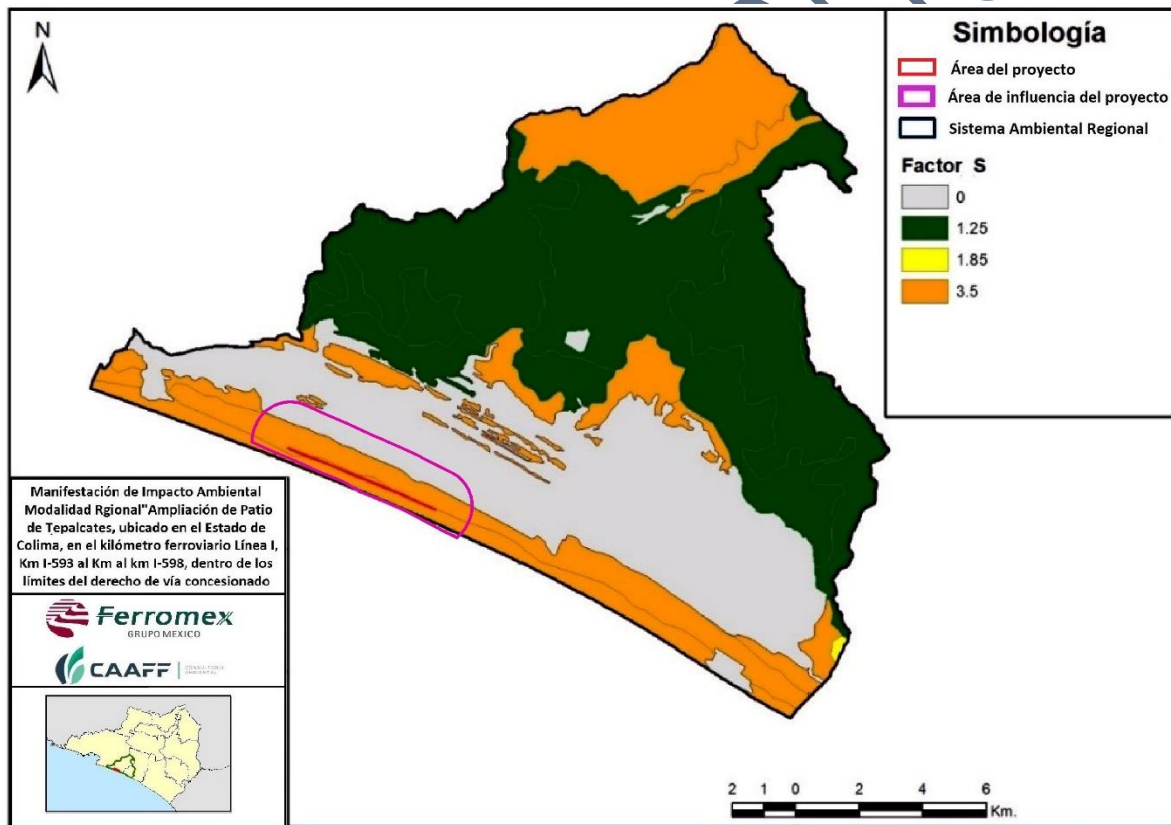


Figura 25. Factor S de la erosión eólica en el SAR.

**\* Factor topográfico, "T"**

El efecto del factor topográfico (el equivalente de la erodabilidad en colinas "Is") sobre las tasas de erosión eólica. Así, se puede suponer que las valoraciones para todas las formas topográficas de acuzrdo con la siguiente tabla.

Tabla 48. Factor de ponderación del factor topográfico "T". FAO (1980)

PENDIENTE %	VALORACIÓN (T)
0-8	1
8 - 30	0.5
> 30	0.3

Este factor se derivó a partir del modelo de elevación digital del terreno del INEGI con una resolución de 15 metros, obtenido del continuo de elevaciones mexicano, como se describió en el proceso del cálculo de la erosión hídrica, este proceso del cálculo y clasificación de la pendiente está dentro como un subproceso del modelo del "Model Builder" para la erosión eólica.

### Factor vegetación natural, "V"

La determinación del efecto de protección que tiene el factor de vegetación natural sobre la erosión del suelo por el viento, para una evaluación al nivel seleccionado, la FAO (1980) propone el uso de la siguiente serie de valoraciones para tipos de vegetación natural muy generales, y para diferentes porcentajes de cubierta vegetal.

Tabla 49. Valoraciones del factor vegetación natural-"V" adimensional. FAO (1980).

TIPO DE VEGETACIÓN	PORCENTAJE DE CUBIERTA DEL SUELO					
	0-1	1-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Estepa (sin árboles)	1	0.7	0.5	0.3	0.15	0.05
Sabana con árboles	1	0.7	0.4	0.25	0.1	0.03
Bosque sabanero	1	0.6	0.3	0.2	0.1	0.01
Monte alto	0.9	0.5	0.3	0.15	0.05	0.001

Para el SAR de análisis consideramos el tipo de vegetación, los cultivos que se presentan en la zona y su clasificación por densidad y cobertura, obteniendo los valores de V considerando la cobertura más semejante, para lo cual se obtuvieron los siguientes valores (ver tabla 50).

Tabla 50. Valoraciones del factor vegetación natural "V" para el SAR.

CLAVE	TIPO DE CUBIERTA	CONDICIÓN	FACTOR V
AH	Asentamientos Humanos	Sin Considerar	0
BQ	Bosque De Encino	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (80%)	0.001
H2O	Cuerpo De Agua	Sin Considerar	0
MKE	Mezquital Tropical	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (80%)	0.001
PC	Pastizal Cultivado	Cobertura Del Suelo Constante Y Abundante (70%)	0.15
PI	Pastizal Inducido	Cobertura Del Suelo Regular Y Temporal (50%)	0.3
RP	Agricultura De Riego Permanente	Cultivos Arbóreos Cobertura Permanente (70%)	0.1
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	Cultivos Arbóreos Cobertura Semipermanente (50%)	0.2
TP	Agricultura De Temporal Permanente	Cultivos Anuales Cobertura Regular	0.7
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (70%)	0.1
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (50%)	0.15
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (70%)	0.05

VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (50%)	0.15
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (70%)	0.05
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (80%)	0.001
VU	Vegetación De Dunas Costeras	Vegetación Primaria Buena Cobertura Del Suelo (70%)	0.1

Fuente: elaboración con base al tipo de vegetación y los valores de la tabla 42.

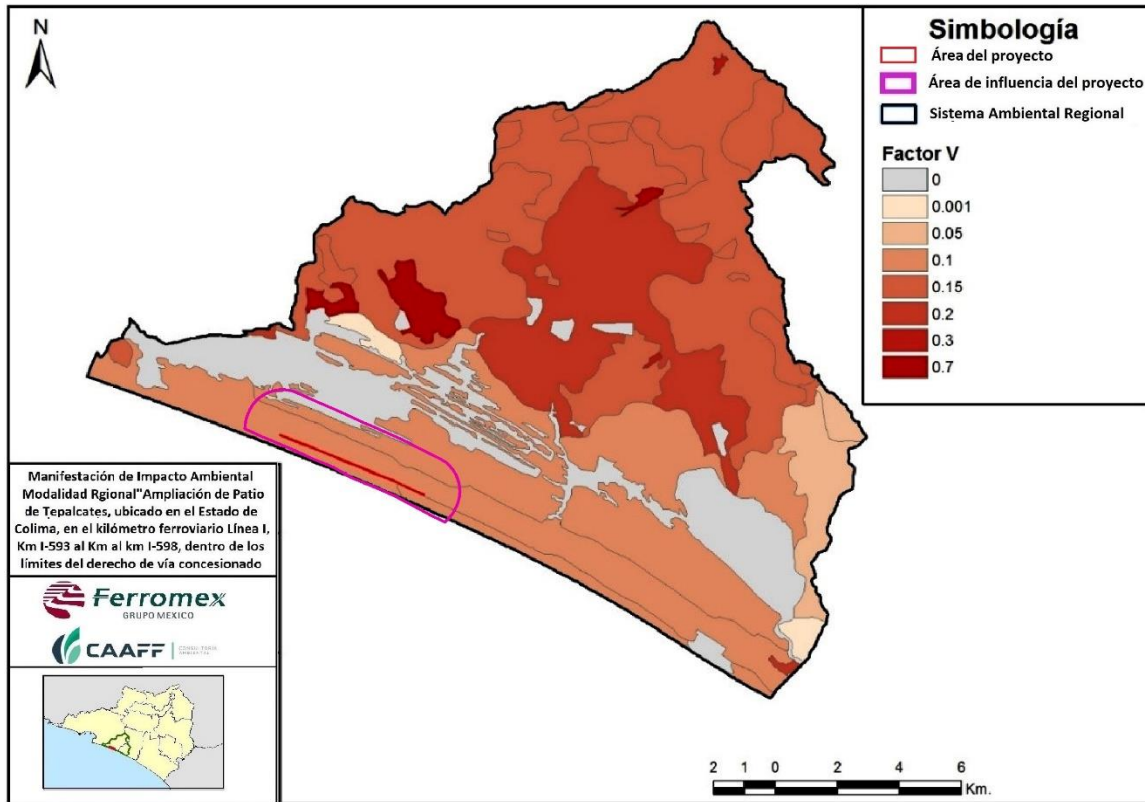


Figura 37. V de la erosión eólica en el SAR.

**\* Factor uso del suelo, "L"**

Uso del suelo, en este caso se refiere a las diferentes tierras o sistemas de cultivos y la valoración de la influencia que tiene este factor en el movimiento de las partículas por la acción del viento, también se realizó tomando como base las valoraciones consideradas por la FAO (1980), para una evaluación a nivel general "L", las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 51. Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional). FAO (1980).

SISTEMA DE CULTIVO	VALORACIÓN
Cultivos anuales de periodo vegetativo corto	0.7
Cultivo de áreas tropicales húmedas	0.4
Cultivos de regadío	0.2



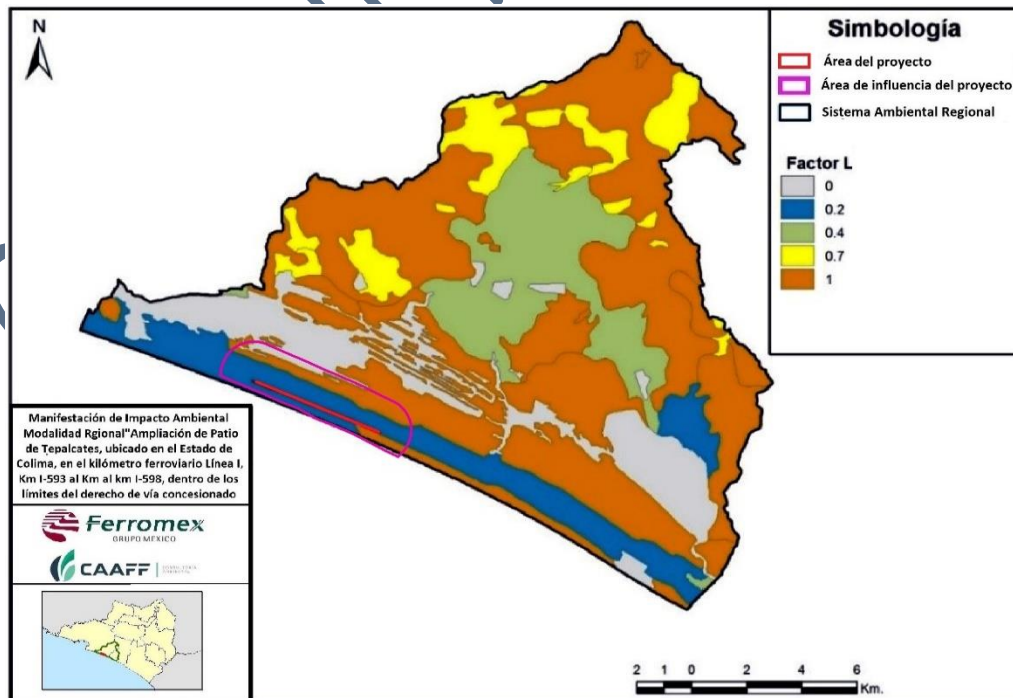
Este factor fue considerado con un valor de 1 para las áreas forestales, debido a que se refiere al aspecto específico del manejo del agua en la actividad agrícola, por lo que este factor ya está considerado en el factor "V" previamente descrito para las selvas y ecosistemas forestales. Para el caso de los demás usos del suelo en la cuenca los valores se presentan en la tabla 52.

CONSULTA PÚBLICA

**Tabla 52. Valoraciones del factor vegetación natural "L" para el SAR.**

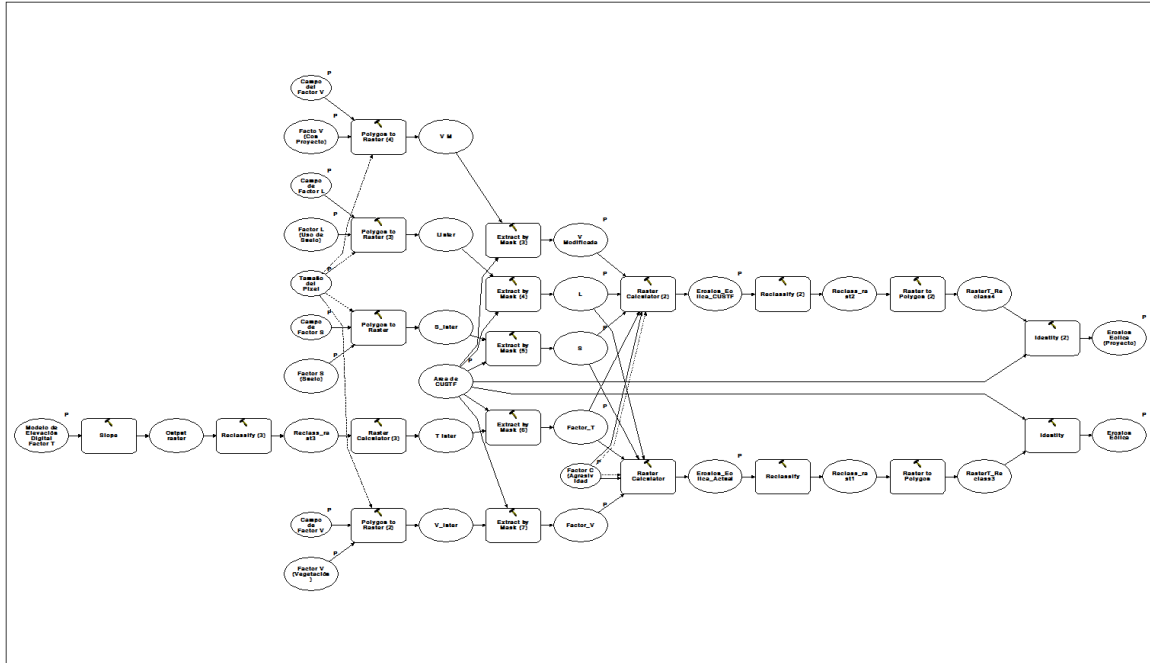
CLAVE	TIPO DE CUBIERTA	CONDICIÓN	FACTOR L
AH	Asentamientos Humanos	Sin Considerar	0
BQ	Bosque De Encino	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (80%)	1
H2O	Cuerpo De Agua	Sin Considerar	0
MKE	Mezquital Tropical	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (80%)	1
PC	Pastizal Cultivado	Cobertura Del Suelo Constante Y Abundante (70%)	0.7
PI	Pastizal Inducido	Cobertura Del Suelo Regular Y Temporal (50%)	1
RP	Agricultura De Riego Permanente	Cultivos Arbóreos Cobertura Permanente (70%)	0.2
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	Cultivos Arbóreos Cobertura Semipermanente (50%)	0.4
TP	Agricultura De Temporal Permanente	Cultivos Anuales Cobertura Regular	0.7
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	Vegetación Primaria Conservada Buena Cobertura Del Suelo (70%)	1
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (50%)	1
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (70%)	1
VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (50%)	1
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (70%)	1
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	Vegetación Secundaria Cobertura Del Suelo Regular (80%)	1
VU	Vegetación De Dunas Costeras	Vegetación Primaria Buena Cobertura Del Suelo (70%)	1

Fuente: elaboración con base al uso del suelo y los valores de la tabla 44.



**Figura 26. Factor L de la erosión eólica en el SAR.**

En la tabla 53 se presenta el resumen de los insumos para la obtención de los valores de la ecuación a nivel pixel, este proceso se realizó en el ArcGIS con el modelo creado para la ecuación de la erosión eólica de la FAO.



Modelo FAO Woodruff y Siddoway (1965)

Figura 27. Modelo para el cálculo de la erosión eólica de la FAO.

Tabla 53. Factores e insumos para el cálculo de la erosión eólica

FACTOR	NOMBRE	INSUMO	FUENTE	PROCESO
C	Agresividad climática	Velocidad media mensual del viento Precipitación pluvial Temperatura media Evapotranspiración	Datos de la estación meteorológica Venustiano Carranza (06025) y el viento de Climate Forecast System Reanalysis (CFSR)	Cálculo mediante fórmulas (tablas de Excel) y su posterior digitalización
S	Suelo	Tipo de suelo Textura del suelo	Carta de Suelos INEGI 1:250,000	Digitalización de valores de tablas de acuerdo a al tipo de suelo y valor de tablas
T	Topografía	Modelo de elevación digital Pendiente del terreno	Modelo de elevación digital del terreno resolución de 15 metros obtenido del CEM del INEGI	Cálculo de valores de tablas de acuerdo a la pendiente.
V	Vegetación Natural	Tipo de vegetación Cobertura de la vegetación	Serie VI de la carta Uso de Suelo y Vegetación elaborada por el INEGI	Digitalización de dos valores de tablas de acuerdo con la cobertura

FACTOR	NOMBRE	INSUMO	FUENTE	PROCESO
L	Uso de la tierra	Clasificación de acuerdo con las Valoraciones del factor uso del suelo "L" (adimensional).	Serie VI de la carta Uso de Suelo y Vegetación elaborada por el INEGI	Asignación del Valor de tablas a toda el área

**IV.2.1.4.3.1. Erosión eólica del suelo por tipo de cobertura vegetal presente en el Sistema ambiental regional**

Los resultados de la ecuación de la Erosión eólica actual = f(C, S, T, V, L), mediante la operación que multiplica los valores o rango de valores (según sea el factor considerado) es decir se multiplica la capa (formato ráster) del suelo por la capa de factor topográfico (formato ráster) por la capa de la vegetación natural (formato ráster) por la capa del uso de la tierra (formato ráster) por el factor de agresividad climática. Esta multiplicación de capas y un factor da como resultado otra capa (formato ráster) la cual es el resultado de la erosión eólica, ésta contiene los valores de los niveles de erosión y posteriormente se clasifican en rango establecidos por la FAO para los niveles de erosión, todo este procedimiento es obtenido dentro del Sistema de Información Geográfica, ejemplificando el procedimiento descriptivo en la siguiente figura:

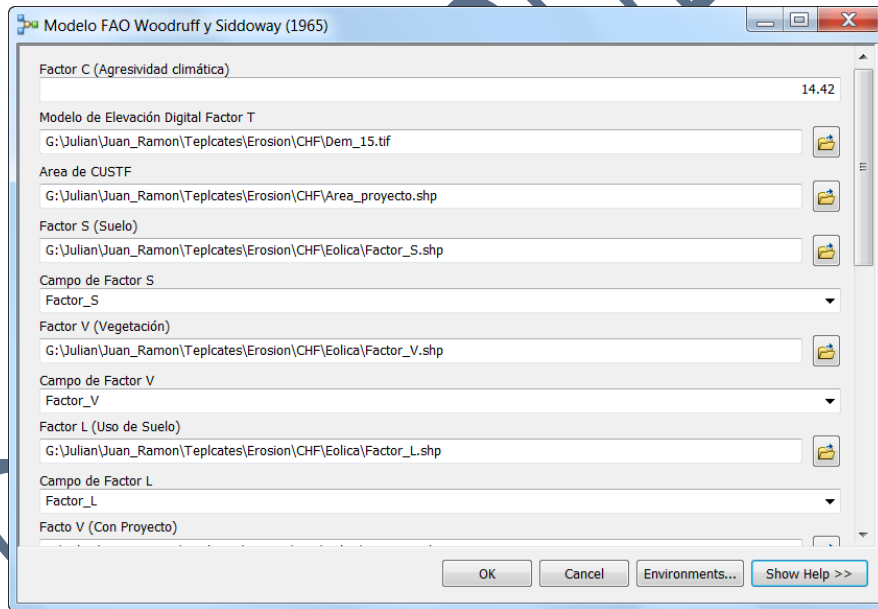


Figura 40. Modelo en "Model Builder" de erosión eólica de la ecuación de la FAO (1980).

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la tabla 54, en donde el 99.97% de la superficie se encuentra en un nivel leve, lo cual era de esperarse por las condiciones climáticas del SAR, donde la erosión eólica es insignificante, siendo importante en los procesos de deterior la erosión hídrica, para la erosión eólica en un nivel moderado solo se presenta en el 0.03% del área, sin presentar niveles mayores actualmente en el SAR.

Tabla 54. Nivel de Erosión eólica actual en el SAR:

GRADO	RANGOS TON /HA/AÑO	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Leve (ligera)	< 10	25,316.28	99.97
Moderada	10-50	7.72	0.03
Fuerte (severa)	50- 200		
Muy Fuerte	>200		
Total		25,323.99	100.0

A nivel general el promedio de la erosión eólica se encuentra en un nivel de 1.28 ton/ha/año lo cual se ubica en niveles muy bajos, en la tabla siguiente se presentan los valores máximos y mínimos calculados para este tipo de erosión en el SAR.

Tabla 55. Erosión eólica mínima, máxima y promedio de la erosión eólica actual:

CONCEPTO	EROSIÓN EÓLICA (TON/HA/AÑO)
Erosión mínima	0
Erosión máxima	15.14
Media	1.28

Para tener un panorama más claro sobre la pérdida de suelo por acción del viento o erosión eólica en el SAR, a continuación, se desglosa para cada uno de los tipos de cobertura vegetal.

Tabla 56. Nivel de erosión eólica por tipo de vegetación.

CLAVE	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	EROSIÓN PROMEDIO (TON/HA/AÑO)
AH	Asentamientos Humanos	0
BQ	Bosque De Encino	0.02
H2O	Cuerpo De Agua	0
MKE	Mezquital Tropical	0.05
PC	Pastizal Cultivado	1.90
<b>PI</b>	<b>Pastizal Inducido</b>	<b>8.48</b>
RP	Agricultura De Riego Permanente	0.82
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	1.56
<b>TP</b>	<b>Agricultura De Temporal Permanente</b>	<b>7.14</b>
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	0.59
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	1.79
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	0.48
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	0.96
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	0.33
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	0.02
<b>VU</b>	<b>Vegetación De Dunas Costeras</b>	<b>4.88</b>

Los niveles de erosión más alto se presentan en los pastizales inducidos con 8.48 ton/ha/año, esto es debido a su cobertura del suelo escasa en el aspecto de que carece una estructura arbórea que limita la acción del viento, con valores similares se encuentra la agricultura de temporal (7.17 ton/ha/año) que es causada por una pendiente plana y escasa cobertura arbórea y es más evidente la acción del viento en el proceso erosivo, en tercer lugar se tiene a la vegetación de duna costera con una tasa de erosión eólica de 4.88 ton/ha/año, el resto de usos de suelo y tipos de vegetación los niveles de erosión son muy bajos.

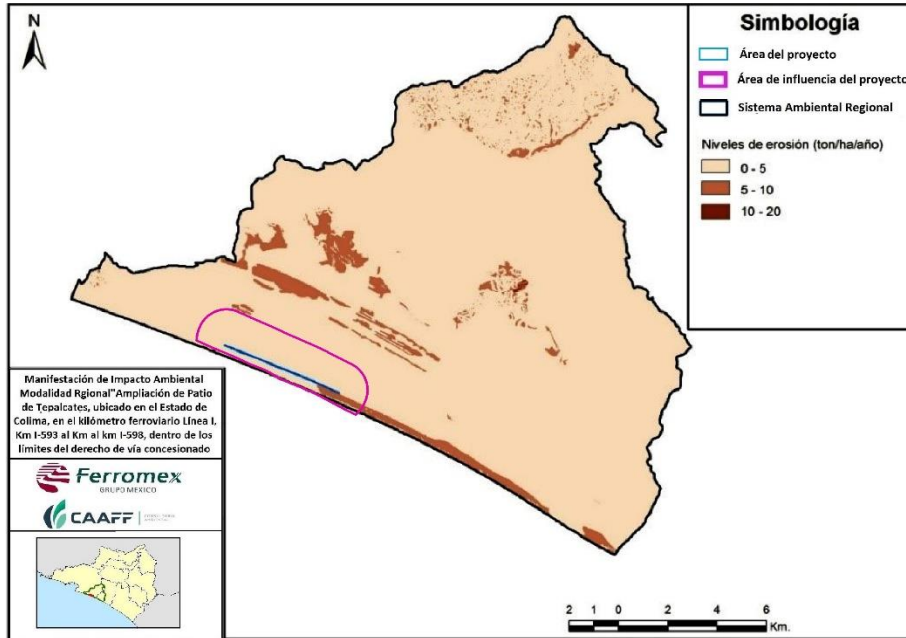


Figura 41. Niveles de erosión eólica en el SAR.

#### IV.2.1.4.3.2. Erosión eólica en el área de remoción

A continuación, se realiza un análisis comparativo de la pérdida de suelo para la erosión eólica en condiciones actuales (Escenario 1) y una vez ejecutado el proyecto (Escenario 2), y adicionalmente se presenta una comparativa de la pérdida de suelo en condiciones actuales y una vez realizado la remoción de la cobertura vegetal.

**Escenario 1:** En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica en condiciones actuales en el área del proyecto.

Los resultados de la ecuación de la Erosión eólica actual =  $f(C, S, T, V, L)$ , mediante la operación que multiplica los valores o rango de valores (según sea el factor considerado) es decir se multiplica la capa (formato ráster) del suelo por la capa de factor topográfico (formato ráster) por la capa de la vegetación natural (formato ráster) por la capa del uso de la tierra (formato ráster) por el factor de agresividad climática. Esta multiplicación de capas y un factor da como resultado otra capa (formato ráster) la cual es el resultado de la erosión eólica, ésta contiene los valores de los niveles de erosión y posteriormente se clasifican en rango establecidos por la FAO para los niveles de erosión dados Tabla , todo este procedimiento es obtenido dentro del Sistema de Información Geográfica.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en la TABLA 57, en donde el 100% de la superficie se encuentra en un nivel leve, lo cual significa que este tipo de procesos de deterioro del suelo actualmente son bajos.



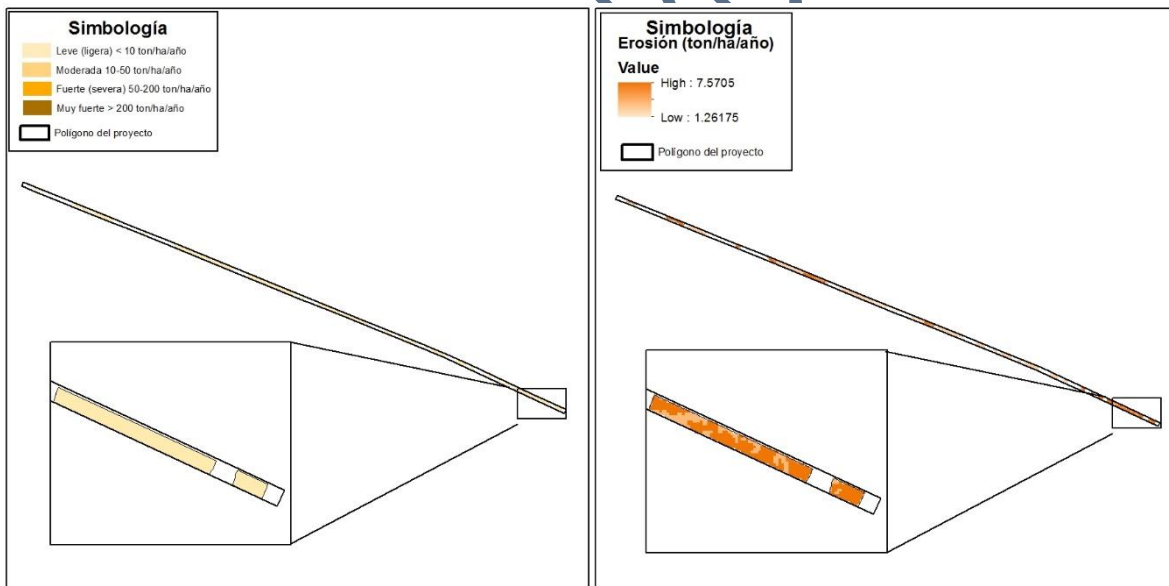
**Tabla 57. Nivel de Erosión eólica actual sin proyecto.**

GRADO	RANGOS TON /HA/AÑO	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Leve (ligera)	< 10	8.7004	100.0
Moderada	10-50		
Fuerte (severa)	50- 200		
Muy Fuerte	>200		
Total		8.7004	100.0

A nivel general el promedio de la erosión eólica se encuentra en un nivel de 4.0 ton/ha/año lo cual se ubica en niveles muy bajos, en la Tabla 58 se presentan los valores máximos y mínimos calculados para este tipo de erosión en el área del proyecto.

**Tabla 58. Erosión eólica mínima, máxima y promedio de la erosión eólica actual.**

CONCEPTO	EROSIÓN EÓLICA (TON/HA/AÑO)
Erosión mínima	1.26
Erosión máxima	7.57
Media	4.0



**Figura 42. Niveles de erosión eólica en el escenario actual.**

Nota: En la memoria de cálculo se detalla la ecuación, como el cálculo es a nivel de pixel y no es un simple valor para toda el área del proyecto, sino miles de valores ya que el sitio es muy variable en cuanto a los factores de la erosión eólica.

**Escenario 2:** En este apartado se presentan los valores de la erosión eólica una vez realizado el proyecto.

Similar al escenario de la erosión hídrica, se modeló de nuevo la ecuación de la erosión eólica modificando el valor de la cobertura vegetal siendo este escenario con la ejecución del proyecto, y

valorando el proyecto con el desmonte de la vegetación presente en sitio, por lo anterior se modificó el valor del factor "V" a 1.0, esto considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación natural presente en el proyecto.

La clasificación de los niveles de erosión propuestos por la FAO se encuentra en siguiente, en donde se verá incrementada la erosión que actualmente está en niveles leve, mientras que con el desmonte se pasará hacia los niveles moderada con el 19.42% del área de remoción y el nivel fuerte el 80.58%, donde actualmente estos niveles de erosión eólica no presentan.

Tabla 59. Clasificación de los niveles de erosión eólica una vez ejecutado el proyecto.

NIVEL	RANGOS (TON /HA/AÑO)	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Leve (ligera)	< 10	0.0	0.00
Moderada	10-50	1.6895	19.42
Fuerte (severa)	50- 200	7.0109	80.58
Muy Fuerte	>200	0.0	0.00
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>	<b>100.0</b>

Como se cuantifica el aumento de la erosión eólica por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las **8.7004 ha** es la más importante, debido principalmente a la topografía plana de la zona del proyecto y suelos propensos a la erosión, que al verse desnudos los vientos iniciaran el proceso de arrastre y depósito de las partículas de suelo, siendo este proceso relevante en la época de secas o periodo de estiaje.

El promedio para toda el área del proyecto que tendría una vez ejecutado el proyecto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 60. Erosión eólica mínima, máxima y promedio de la erosión eólica con proyecto.

CONCEPTO	EROSIÓN EÓLICA (TON/HA/AÑO)
Erosión mínima	25.23
Erosión máxima	50.47
Media	45.58

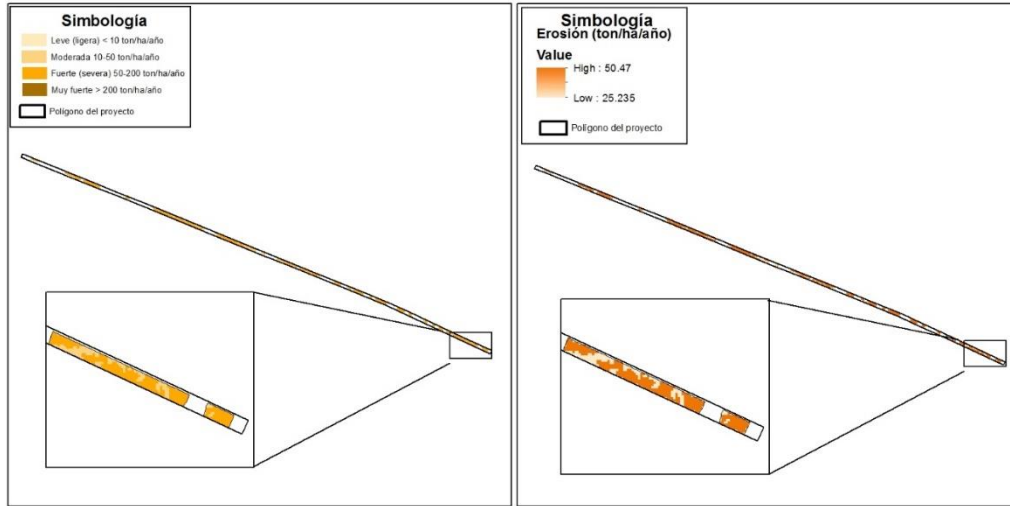


Figura 43. Niveles de erosión eólica en el escenario con el proyecto.

\* Comparación del grado de erosión eólica con y sin el proyecto

De acuerdo al análisis comparando los niveles medios de erosión eólica en toneladas por hectárea por año en el escenario actual (4.0) y con la estimación con la ejecución del proyecto (45.58) se tendría un incremento potencial de 41.58 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área propuesta de remoción (8.7004) se estima una pérdida de suelo anualmente de 361.76 toneladas por año (Tabla ).

Tabla 61. Incremento de la Erosión eólica por el proyecto.

EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL (TON/AÑO)	EROSIÓN CON PROYECTO (TON/AÑO)	INCREMENTO (TON/AÑO)
Erosión eólica (ton/ha/año)	4.00	45.58	41.58
Erosión eólica total (ton/año)	34.80	396.56	361.76

IV 2.1.4.4. Nivel de erosión total (hídrica y eólica)

Los procesos erosivos, hídrico y eólica, en el área del proyecto fueron evaluados con dos metodologías ampliamente utilizadas, mismas que se emplean para la planeación en el uso del territorio.

Tabla 62. Erosión potencial total en el SAR.

VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	SUPERFICIE (Ha)	EROSIÓN HÍDRICA (ton/año)	EROSIÓN EÓLICA (ton/año)	EROSIÓN TOTAL (ton/año)
Asentamientos Humanos	253.663	0.000	0.000	0.000
Bosque De Encino	2.193	19.627	0.044	19.671
Cuerpo De Agua	3402.312	0.000	0.000	0.000
Mezquital Tropical	127.328	39.472	6.366	45.838
Pastizal Cultivado	1546.864	31509.620	2939.042	34448.661

Pastizal Inducido	31.971	700.485	271.114	971.599
Agricultura De Riego Permanente	2951.229	6050.019	2420.008	8470.027
Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	3626.146	10225.732	5656.788	15882.519
Agricultura De Temporal Permanente	496.662	3844.164	3546.167	7390.331
Vegetación Halófila Hidrófila	4105.452	533.709	2422.217	2955.925
Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	7058.850	134471.093	12635.342	147106.434
Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	817.121	5793.388	392.218	6185.606
Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	187.348	2606.011	179.854	2785.865
Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	146.990	1324.380	48.507	1372.887
Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	143.848	30.208	2.877	33.085
Vegetación De Dunas Costeras	426.018	664.588	2078.968	2743.556
<b>TOTAL</b>	<b>25323.994</b>	<b>197812.494</b>	<b>32599.510</b>	<b>230412.004</b>

En el SAR se presenta una erosión de 230,430.004 ton/año, de las cuales, 197,812.494 ton corresponde a erosión hídrica y 35,599.510 a erosión eólica.

En el caso del área del proyecto, se determinaron los niveles de erosión que presenta el área del proyecto para generar el escenario actual, y a partir de ahí establecer nuestra línea cero o base en las obras y medidas de mitigación que compensen el incremento en los niveles de erosión por el proyecto.

La erosión eólica resultó la más relevante para el sitio del proyecto, puesto que la condición de una topografía plana y suelo propenso a la erosión eólica, con respecto a la erosión hídrica, es importante pero en niveles menores a la eólica, la topografía es un factor detonante entre los tipos de erosión, esto se puede observar en la figura 29 y Tabla , donde se hace una suma de los dos tipos de erosión que fueron determinados para el proyecto.

Tabla 63. Erosión potencial total en el área del proyecto.

CLASE DE EROSIÓN	ESCENARIO ACTUAL (TON/HA/AÑO)	ESCENARIO CON PROYECTO (TON/HA/AÑO)
Erosión hídrica	0.87	12.37
Erosión eólica	4.00	45.58
<b>Erosión total</b>	<b>4.87</b>	<b>57.95</b>

Con los datos obtenidos se demuestra que en las condiciones actuales la erosión eólica es la de mayor importancia por las condiciones medio ambientales de clima cálido subhúmedo en el sitio del proyecto y es por lo tanto que se deben proponer medidas que contrarresten los efectos de la ejecución del proyecto, en contraste la erosión hídrica es prácticamente inexistente.

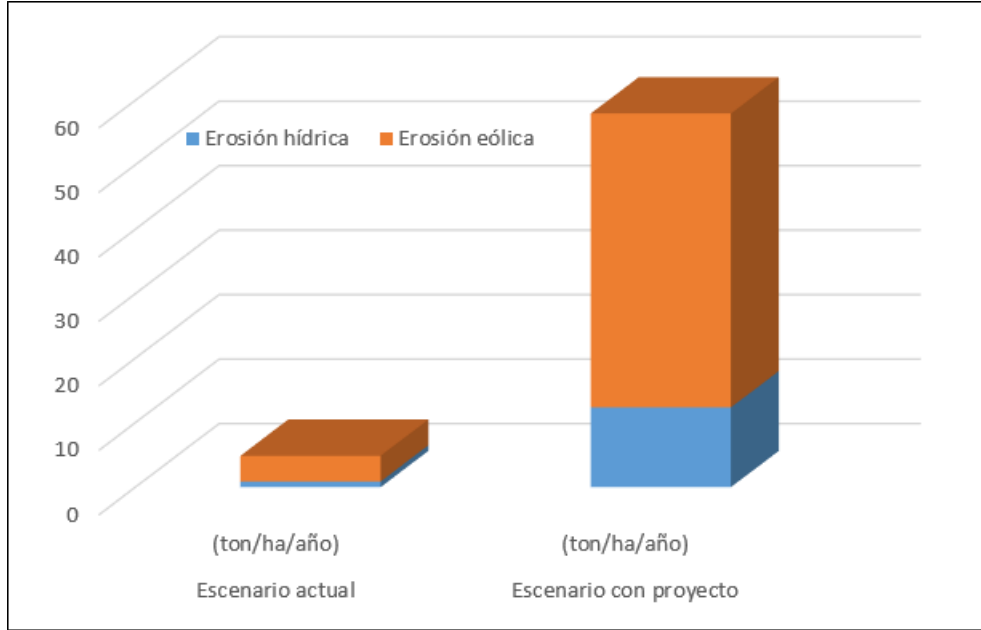


Figura 44. Comparativo de los escenarios para la erosión total por ha.

CONSULTA PÚBLICA

### Incremento de la erosión total con la ejecución del proyecto

Para estimar el incremento total en los niveles de erosión a causa del desmonte en el área forestal del proyecto se realizó una suma de los incrementos parciales obtenidos previamente para la erosión hídrica y la eólica, en la siguiente tabla se representa los niveles de erosión que se incrementan a causa de la ejecución del proyecto (ver Tabla ).

Tabla 64. Incremento potencial de la Erosión por la ejecución del proyecto

CLASE DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL* (TON/AÑO)	EROSIÓN CON PROYECTO* (TON/AÑO)	INCREMENTO (TON/AÑO)
Erosión hídrica	7.57	107.62	100.05
Erosión eólica	34.80	396.56	361.76
<b>Total</b>	42.37	504.19	461.82

\*Es el resultado de la multiplicación de la erosión potencial por hectarea por las 8.7004 ha de remoción.

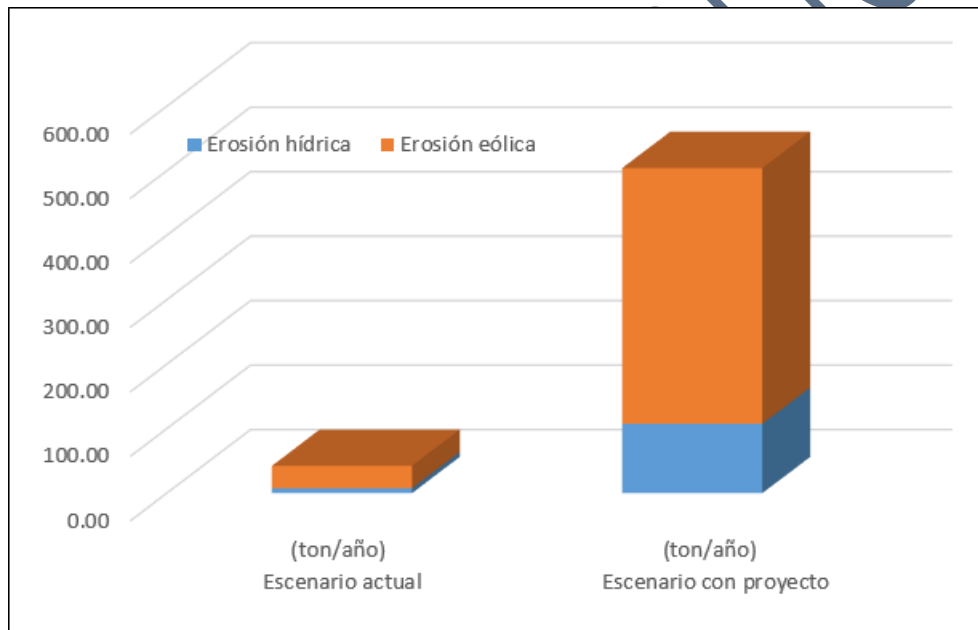


Figura 45. Incremento de la erosión a causa de la ejecución de la remoción de vegetación en el área de remoción proyecto.

Como se puede observar en la tabla 63 y figura 30 se tiene un incremento de pérdida de suelo del orden de **461.82 toneladas/ año** con la ejecución de la remoción de vegetación en las **8.7004** hectáreas, así mismo se determina que la erosión eólica es la más importante para la zona del proyecto donde aporta 361.76 ton/año lo que representa el 78.73% de la erosión.

Es importante mencionar que la pérdida de suelo será temporal y se llevarán a cabo las medidas preventivas y mitigatorias necesarias para contrarrestar los efectos negativos en el suelo, presentes en el **ANEXO E** del presente estudio.



#### IV.2.1.4.6. Estado de conservación del suelo

De los estudios relacionados con la erosión del suelo en la zona y que se encuentren publicados tenemos dos estudios, mismos que se describen a continuación:

#### Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000" (SEMARNAT Y COLPOS)

Considerando el estudio elaborado por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Colegio de Postgraduados, denominado "Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000" y que fue elaborado a partir de una valoración directa de los suelos de México en campo, se basó en la metodología de Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el hombre, conocida como ASSOD (1997), por sus siglas en inglés, la cual establece el tipo de degradación actual de los suelos, sus niveles de afectación, las extensiones (superficies) que ocupan, las tasas actuales que presentan y las causas que la originan.

Utilizando como mapa base la delimitación de sistemas terrestres, sobre los espacio-mapas del INEGI a una escala de 1:250,000 con un Sistema de Información Geográfica se recortó el área correspondiente al SAR de la capa de la degradación del suelo identificando como procesos de degradación presentes y que afectan son los siguientes:

Tabla 65. Tipos de degradación del suelo existentes en el SAR.

CAUSA	TIPO DE DEGRADACIÓN	SÍMBOLO CARTOGRÁFICO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
Deforestación y remoción de la vegetación (f) y Sobrepastoreo (g)	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)	Hs1.35(+)/f/g	6,431.314	25.33%
		Hs1.40(+)/f/g	5,826.167	22.94%
Actividades agrícolas (a)	Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Qd2.70(+)/a	3,454.521	13.60%
		Qd2.75(+)/a	2.539	0.01%
N/A	Estable bajo condiciones naturales	SN.65	3,511.989	13.83%
		SN.70	2,442.902	9.62%
	Cuerpo de agua	CA	3,724.562	14.67
<b>TOTAL</b>			<b>25,323.994</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo al estudio elaborado por el Colegio de Postgraduados, **La deforestación y remoción de la vegetación (f) y sobrepastoreo (g)** en conjunto son la causa de degradación del suelo que en mayor extensión de la superficie del SAR se encuentra, esto en el **48.27%** de la superficie total, seguida de las **actividades agrícolas (a)** la cual ocupa el **13.60%** de la superficie, mientras que el restante **23.46%** se encuentra **estable bajo condiciones naturales** y el **14.67%** corresponde a **cuerpos de agua**.

En el caso del **área del proyecto**, se presenta únicamente Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial) causado por la deforestación y remoción de la vegetación (f) y Sobrepastoreo (g) (símbolo cartográfico Hs1.35(+)/f/g).

El tipo de degradación **Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)** que corresponde a una disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la

remoción uniforme del material del suelo por la escorrentía, esta se encuentra presente en el **48.21%** del SAR y corresponde a posibles causas como el manejo inapropiado de las tierras forestales, agrícolas y ganaderas, que provoca una cobertura insuficiente del suelo, una falta de obstáculos para detener la escorrentía o el deterioro de la estructura del suelo; lo cual conduce a la producción de escurrimientos superficiales excesivos, por otra parte el **13.60%** de la superficie del SAR posee una **Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica** que hace referencia a al decrecimiento neto de nutrimentos y materia orgánica disponibles en el suelo, que provocan una disminución en la productividad, debido a causas como Balance negativo de nutrimentos y materia orgánica entre las salidas, representadas por los productos de las cosechas, de las quemas, las lixiviaciones, etc., y las entradas, entendidas como la fertilización o el estercolamiento, la conservación de los residuos de cosecha y los depósitos de sedimentos fértiles.

Dentro del mismo estudio se señala que se evaluó en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos en cuatro niveles, presentándose en el SAR únicamente un nivel Ligero (1).

**(1) Ligero:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.

- **(2) Moderado:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.
- **(3) Fuerte:** los terrenos a nivel de predio o de granja, tienen una degradación tan severa, que se pueden considerar con productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración.
- **(4) Extremo:** su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.

Así como también las causas identificadas que afectan a los diferentes procesos de degradación del suelo en el SAR son las siguientes:

Se adoptaron los mismos grupos de factores causativos propuestos en la metodología de ASSOD, los cuales se indican genéricamente con una letra minúscula y se describen a continuación:

**a. Actividades agrícolas:** Se definen como el manejo inapropiado de los terrenos arables. Incluye una amplia variedad de prácticas; tales como: problemas por labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y por la quema de residuos de cosecha. Los tipos de degradación comúnmente asociados con este factor son: erosión (hídrica y eólica), compactación, pérdida de nutrimentos, salinización y polución (por pesticidas y fertilizantes). g. Sobrepastoreo: Además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento.

**g. Sobrepastoreo:** Además del común sobrepastoreo de la vegetación por el ganado, se consideran dentro de este grupo a otros factores relacionados con un número excesivo de cabezas de ganado, tal como el pisoteo. El efecto del sobrepastoreo usualmente es la compactación del suelo y/o la disminución de la cubierta vegetal, que provoca mayor erosión del suelo tanto por el agua como por el viento.

**f. Deforestación y remoción de la vegetación:** Se define como la (casi) total remoción de la vegetación natural (usualmente bosque primario y secundario), en grandes extensiones territoriales, para cambiar el uso de la tierra a agrícola y urbano, principalmente; para explotar comercialmente bosques a gran escala o por Incendios inducidos. La deforestación frecuentemente causa erosión y pérdida de nutrimentos.

En la figura siguiente se muestra el plano de los tipos de degradación del suelo existentes en la Cuenca Hidrológica Forestal.

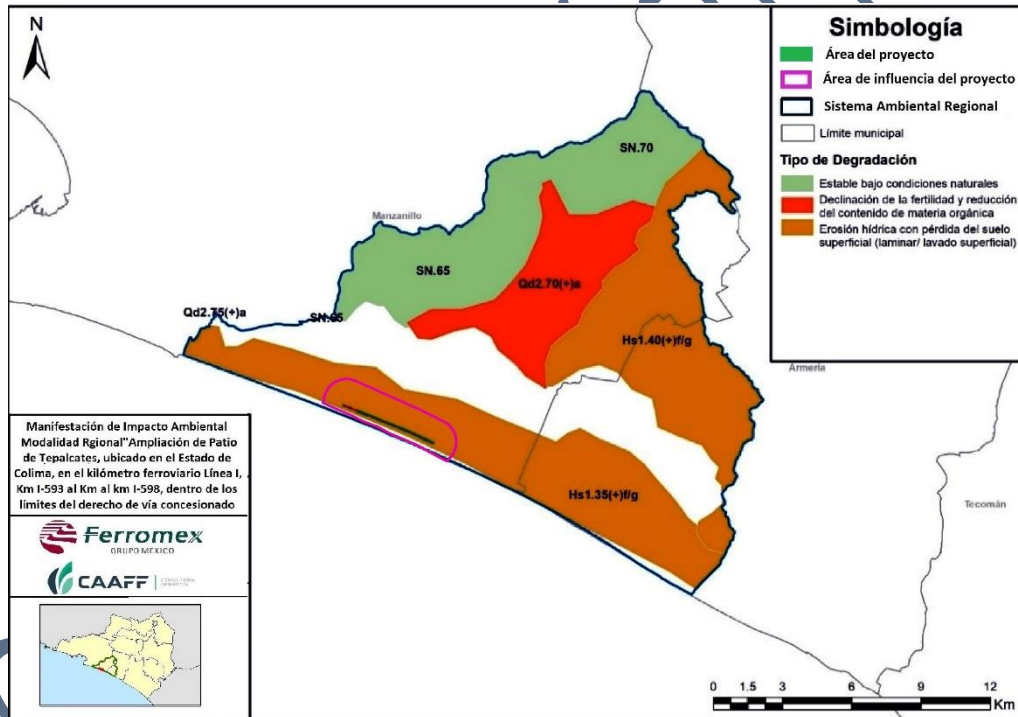


Figura 28. Plano de degradación del suelo existente en el SAR.

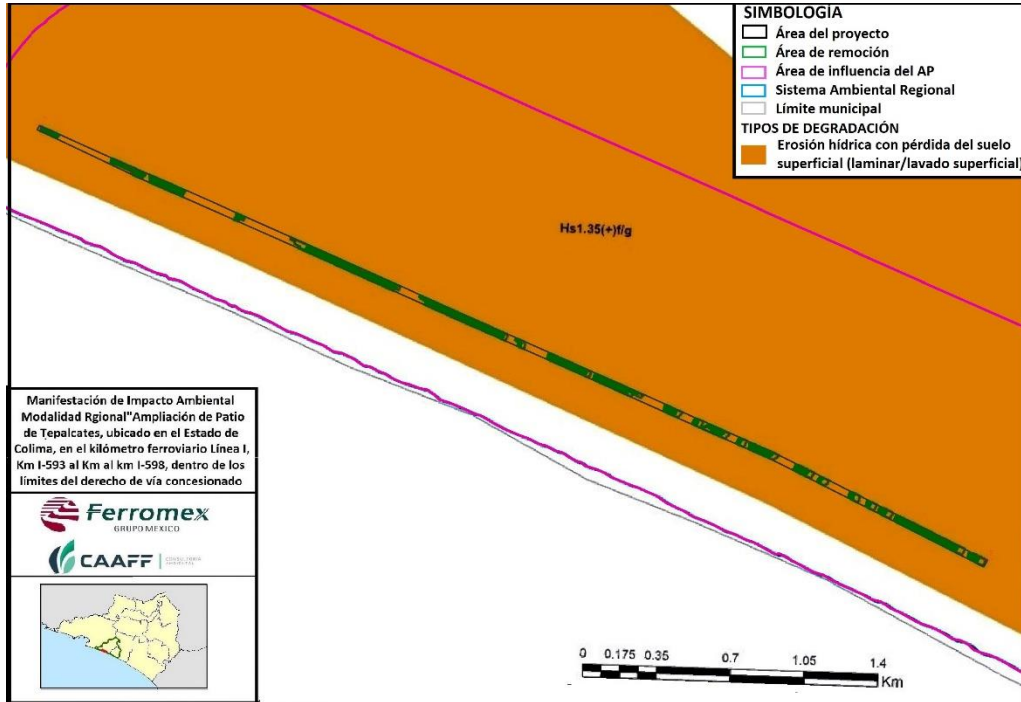


Figura 47. Degradación del suelo en el área del proyecto de acuerdo con el estudio de COLPOS, 2002.

- **Carta de Erosión del suelo escala 1:250,000<sup>6</sup>**

Considerando a la erosión de los suelos como el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo por los agentes del intemperismo y que sus causas pueden ser abióticas y bióticas. De las causas abióticas, el agua y el viento son los principales agentes. La actividad humana se ha convertido en la principal causa biótica, inclusive puede dominar todas las causas de la erosión de suelos. Algunos se refieren a la erosión causada por el hombre como erosión antropogénica, otros como erosión secundaria que sería lo opuesto a erosión natural o primaria, como por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión abiótica causada por el agua, llamada erosión hídrica es la generada por la lluvia y las escorrentías que dispersan y arrastran partículas de suelo y la de tipo eólica depende de la intensidad del viento, que ejerce una fuerza sobre el suelo que afecta a las partículas de un tamaño específico (limo grueso y arena), por lo que su gravedad solo se presenta en las zonas áridas y semiáridas. La erosión hídrica es la que mayores efectos tienen y es la que se puede estimar más acertadamente.

El proceso de la erosión está estrechamente vinculado con la desertificación y el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, acentuando los índices de pobreza y migración, disminución de la

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo Escala 1: 250 000 Serie I.

productividad del suelo, incrementando la frecuencia de eventos extremos como lluvias torrenciales, abandono de tierras por efectos de la sequía y desertificación. En los últimos tiempos, se ha generado una erosión acelerada como el resultado de la acción humana, cuyos efectos se perciben en un periodo corto. Sin la intervención humana, estas pérdidas de suelo debidas a la erosión se verían compensadas por la formación de nuevos suelos en la mayor parte de la Tierra.

La clasificación de la erosión incluye el análisis del tipo, forma y grado de erosión. Su correcta identificación es una de las bases para definir los indicadores de degradación en los ecosistemas y en los procesos de desertificación.

Para determinar el grado de erosión en el SAR, se consideró la información generada por el INEGI (Carta de Erosión del Suelo a escala 1:250 000 serie I), la cual delimita espacialmente con precisión las zonas actualmente más erosionadas, según el grado y tipo de erosión, como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 66. Erosión presente en el SAR.

EROSIÓN EXISTENTE	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
Con erosión	4,201.581	16.59%
Sin erosión*	21,122.412	83.41%
<b>TOTAL</b>	<b>25,323.994</b>	<b>100.00%</b>

\*Corresponde a cuerpos de agua, zonas arenosas, zonas urbanizadas y superficie sin erosión evidente

Tabla 67. Tipos de erosión existentes en el SAR.

TIPO DE EROSIÓN	SÍMBOLO	FORMA DE EROSIÓN	GRADO DE EROSIÓN	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
Hídrica	HL1	Laminar	Leve	2,967.179	70.62%
	HL2 + HC1	Laminar y cárcavas	Moderado + leve	1,234.403	29.38%
<b>TOTAL</b>				<b>4,201.581</b>	<b>100.00%</b>

En base a lo anterior y a la figura 41, el **16.59%** del área del SAR presenta algún tipo de erosión, que por el contrario el **83.41%** tiene la característica de no contar con algún proceso de pérdida de suelo. La erosión **hídrica** es el único tipo de erosión existente en el SAR, la cual se encuentra presente en el **70.62%** de la superficie de forma **laminar** y en un grado **leve**, y el restante **29.38%** se trata de una erosión **laminar moderada** en conjunto con una erosión **cárcavas leve**. En el caso particular del área del proyecto este se ubica en su totalidad sobre un terreno que presenta sin erosión evidente (figura 32).

\* Simbología utilizada:

(H). **Erosión Hídrica**.- Ocurre cuando el agente causal de la erosión es el agua en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego. El agua es un agente erosivo muy enérgico. Cuando el suelo ha quedado desprotegido de la vegetación y sometido a las lluvias, los torrentes arrastran las partículas del suelo hacia arroyos y ríos. El suelo, desprovisto de la capa superficial, pierde la materia orgánica (humus) y entra en un proceso de degradación por endurecimiento que puede derivar en una zona desertificada.

**Hídrica Laminar (HL).**- Es la remoción gradual y uniforme de capas delgadas de suelo, generalmente paralela a la superficie.

**Laminar Grado Leve (HL1).**- La pérdida de suelo es poco apreciable, con alguna de las siguientes evidencias: encostramiento, capas delgadas de partículas de diferentes tamaños (arena, gravas) dispuestas sobre la superficie, pequeños montículos, no existen remontantes o su formación es muy incipiente, manchones sobresalientes de vegetación, indicios de actividad agropecuaria, canalillos y algún grado perceptible de compactación.

**Laminar Grado Moderado (HL2).**- Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.

**Laminar Grado Fuerte (HL3).** Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie, puede presentar evidencias como presencia de remontantes (más de 10 cm de profundidad), montículos (más de 5 cm de profundidad), fragmentos gruesos, afloramientos de roca o cementación, alternados con zonas menos afectadas.

**Laminar Grado Extremo (HL4).** Pérdida total o casi total del suelo, con las siguientes evidencias adicionales: afloramientos rocosos, fragmentos mayores a 5 cm de diámetro, capa cementada o compactada, vegetación nula o escasa, donde generalmente el espesor de la capa perdida es uniforme, suelen presentar fuerte perturbación antropogénica. El ancho de la erosión laminar es muy variable, por lo que establecer sus dimensiones como criterio de diagnóstico no es práctico.

**Hídrica Cárcavas (HC).** Su estructura es en forma de zanja con paredes escarpadas de 50 cm o más tanto de profundidad como de ancho en su tramo más representativo. Generalmente tiene taludes y quiebres abruptos.

**Cárcavas Grado Leve (HC1).** Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 50 y 100 cm. La separación entre una cárcava y otra es aproximadamente de 50 m o más por lo que se aprecian sólo de manera aislada, pueden incluir algunas cárcavas que también cumplen la definición de surcos.

**Cárcavas Grado Moderado (HC2).** Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 100 y 200 cm. Pueden presentarse estructuras en forma de pedestales con una separación aproximada entre una cárcava y otra de 30 a 50 m. Su forma es alineada coincidiendo con el patrón de drenaje, comúnmente aparecen en la parte más baja de la geoforma.

**Cárcavas Grado Fuerte (HC3).** Se idéntica en campo cuando la profundidad y el ancho de las cárcavas son mayores a 200 cm. La erosión se aprecia a menudo en forma ramificada,



confluyendo en los cauces principales de los escurrimientos. La distribución en el área entre una cárcava y otra es de aproximadamente 10 a 30 m. Es frecuente la presencia de cárcavas secundarias de menor dimensión interconectadas a la red dominante de cárcavas. Pueden presentarse estructuras en forma de pedestales, que confluyen donde se unen los cauces, quedando expuestas las diferentes capas u horizontes del suelo.

**Cárcavas Grado Extremo (HC4).** Cuando existen cárcavas dominantes, mayores a 200 cm de profundidad y anchura, en donde el área ha perdido casi la totalidad del suelo y el paisaje presenta manchones aislados de escasa vegetación. Pueden dominar las áreas con afloramientos de roca, cementación o se aprecia un horizonte arcilloso o compactado sobre las superficies dañadas. Es frecuente que el grado de afectación esté asociado a pendientes fuertes, con una red de avenamiento densa y compleja.

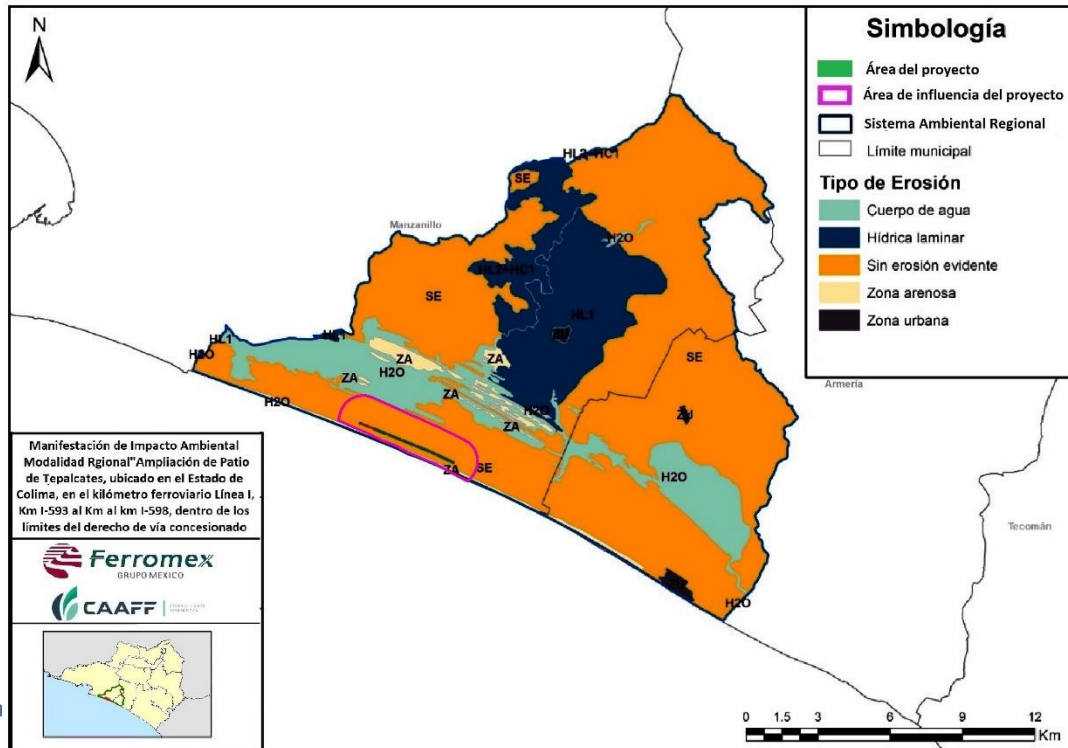


Figura 29. Plano de tipos de erosión existentes en el SAR

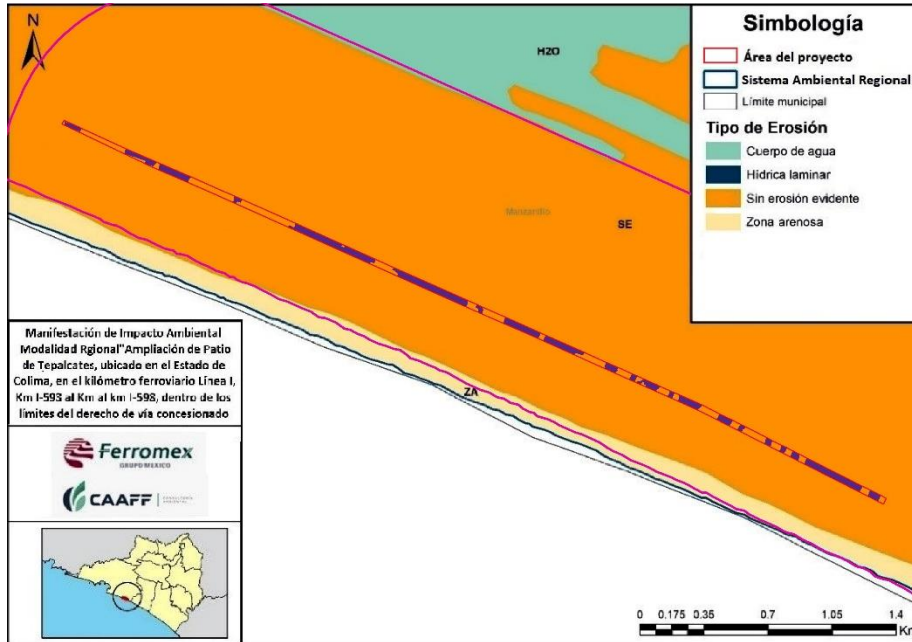


Figura 49. Plano de tipos de erosión existentes en el área del proyecto.

#### IV.2.1.5. Hidrología Superficial

##### IV.2.1.5.1. Ubicación del proyecto en el contexto de la región hidrográfica forestal

De acuerdo con la clasificación hidrológica de INEGI (Red hidrográfica Nacional 2.0), el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto se ubican dentro de la cuenca del Río Chacala-Purificación (A) y la subcuenca L. de Cuyutlán (Aa), como se puede observar en el plano siguiente:

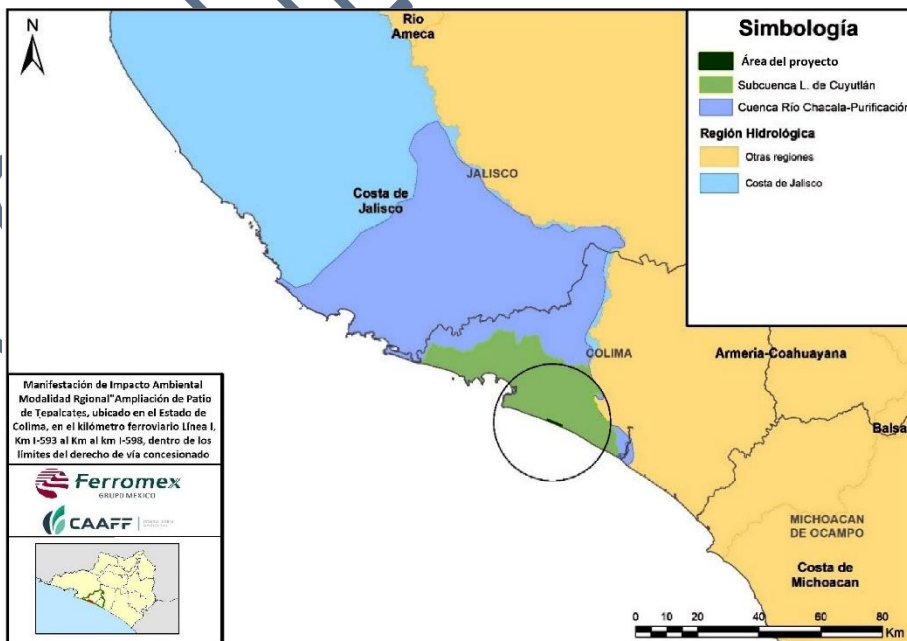


Figura 50. Ubicación del área del proyecto en las cuencas hidrológicas correspondientes.

**Tabla 68. Ubicación hidrológica del área del proyecto.**

REGIÓN HIDROLÓGICA	CUENCA	SUBCUENCA	CLAVE*
Costa de Jalisco	Río Chacala-Purificación	L. de Cuyutlán	RH15Aa

La Región Hidrológica número 15 Costa de Jalisco, está integrada por 11 cuencas hidrológicas agrupadas en subregiones hidrológicas y tiene una extensión de 12,952.408 kilómetros cuadrados, una precipitación anual promedio de 1,175 milímetros, un escurrimiento medio anual de 3,590.706 millones de metros cúbicos al año; de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF), en el 2016 se publicó el acuerdo en el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales de la RH15 y las cuencas hidrológicas que la integran, información que se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 69. Disponibilidad media anual de las aguas superficiales de las cuencas hidrológicas de la RH15.**

CUENCA	NOMBRE Y DESCRIPCIÓN	AB	RXY	D
I	<b>Río Tecolotán:</b> Desde su nacimiento, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	176.303	0.000	176.303
II	<b>Río Ipala:</b> Desde el nacimiento del Río Ipala y otro escurrimiento secundario, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	115.235	0.000	115.235
III	<b>Río María García:</b> Desde el nacimiento del Río María García y otro escurrimiento de menor importancia, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	186.739	0.000	186.739
IV	<b>Río Tomatlán A:</b> Desde su nacimiento, hasta la presa Cajón de Peña	847.814	271.417	576.397
V	<b>Río Tomatlán B:</b> Desde donde se localiza la presa Cajón de Peña, hasta la desembocadura del Río Tomatlán en el Océano Pacífico	782.383	0.000	782.383
VI	<b>Río San Nicolás A:</b> Desde su nacimiento, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	472.585	0.000	472.585
VII	<b>Río San Nicolás B:</b> Desde el nacimiento de varias corrientes, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	46.869	0.000	46.869
VIII	<b>Río Cuitzmala:</b> Desde su nacimiento, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	229.783	0.000	229.783
IX	<b>Río Purificación:</b> Desde el nacimiento del Río Purificación y varios escurrimientos de menor importancia, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	458.329	0.000	458.329
X	<b>Río Marabasco A:</b> Desde su nacimiento, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	436.638	0.000	436.638
XI	<b>Río Marabasco B:</b> Desde el nacimiento de varias corrientes, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico	111.396	0.000	111.396

Simbología: **Ab.** - Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca o subregión hacia aguas abajo, **Rxy.** - Volumen anual actual comprometido aguas abajo y **D.** - Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca o Subregión Hidrológica.

#### IV.2.1.5.2. Recursos hidrológicos localizados en el SAR (ríos, embalses y cuerpos de agua)

De acuerdo con la Red hidrológica escala 1:50 000 edición 2.0 del INEGI, en el SAR se tiene presencia de un cuerpo de agua lagunar de tipo perenne conocido como Laguna de Cuyutlán así como varias corrientes intermitentes definidas como arroyos, sin embargo, se carece de un cauce de tipo perenne.

Los cauces existentes en el SAR se denominan en su totalidad como arroyos, El Zalate, Las Higuierillas, Michel, Cuastecomates, La Calera, Rosa Morada, El Salto, Agua Blanca, Las Guásimas y Las Lajas Las Coronilas, siendo un red que drena el agua a través del SAR hasta el cuerpo lagunar denominado como Laguna de Cuyutlán el cual se considera un cuerpo de agua de tipo perenne de una superficie de 3,715.721 ha. La red de cauces se conforma por una extensión de 457.96 km de longitud en total, donde 368.59 km son corrientes interconectadas de tipo intermitentes y 89.37 km corresponde a cauces de flujo virtual a través de los cuerpos de agua, siguiendo la línea central de flujo.

Es importante mencionar que, la mayor parte de las corrientes presentes en el Sistema Ambiental corresponden a flujos de agua intermitentes, es decir, que en la gran parte del año se encuentran sin recurso hídrico, razón por la cual, las corrientes se presentan de manera temporal.

En la figura siguiente se muestra la hidrología superficial presente dentro del SAR.





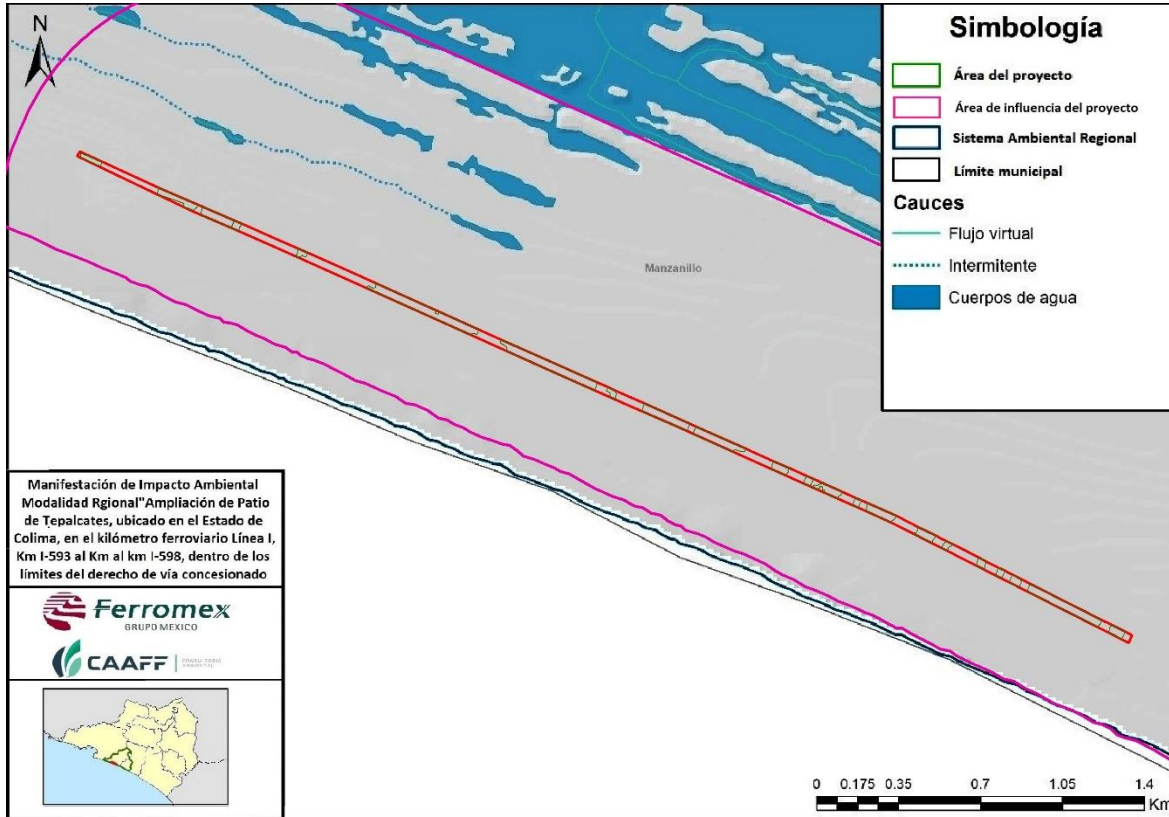


Figura 52. Hidrología superficial presente en el área del proyecto.

#### IV.2.1.5.5. Balance hídrico

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Orosco, 2006)<sup>7</sup>. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

No es fácil medir la filtración al igual que la recarga subterránea, por lo que generalmente los valores de estos componentes del balance hídrico se determinan por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial; esto es explicado conforme a la siguiente ecuación:

$$Inf = P - (Int + Ev + E)$$

Dónde:

<sup>7</sup>Orosco, P. L.M. 2006. Balance hídrico y valoración económica de la producción de agua en la microcuenca del Río Zahuapan, Tlaxco, Tlax. Tesis de maestría. División de Ciencias Forestales. UACH. 174 pp.



Inf: Infiltración ( $m^3/año$ )

P: precipitación ( $m^3/año$ )

Int: Intercepción ( $m^3/año$ ), por el dosel de la vegetación arbórea.

Ev: Evapotranspiración ( $m^3/año$ ), Evaporación + Transpiración.

E: Escurrimiento Superficial ( $m^3/año$ ).

Realizando el cálculo de los componentes de la ecuación anterior por separado y con técnicas y metodologías ampliamente utilizadas en la literatura, en los siguientes puntos se detalla el procedimiento a utilizar para cada.

#### IV.2.1.5.5.1. Estimación de la precipitación

##### Estimación de precipitación en el SAR

Para conocer el volumen de agua que se ingresa (en forma de precipitación) al SAR fue necesario conocer el agua que precipita en toda el área, el estimar que la precipitación es homogénea en toda la cuenca es un riesgo ya sea sobre estimar o subestimar este primer parámetro, para lo cual se ha realizado el análisis a nivel pixel (resolución 30x30 metros) con lo cual se logra mayor precisión, como se detalló en el cálculo de la erosividad de la lluvia (erosión hídrica), utilizando la información obtenida de las normales climatológicas 1951-2010, procesadas por la CONAGUA (Atlas de Agua en México, CNA, 2015) generando una matriz de distribución con puntos equidistantes, una vez hecho el recorte de los puntos del área de influencia se interpoló la variable precipitación anual con el método Kriging, obteniendo un archivo ráster de la distribución de la precipitación con valores de 807.22 a 1,008.65 mm anuales, con este archivo de la distribución espacial se obtuvo la cantidad en metros cúbicos de agua que precipita al interior del SAR. (Ver figura 43)

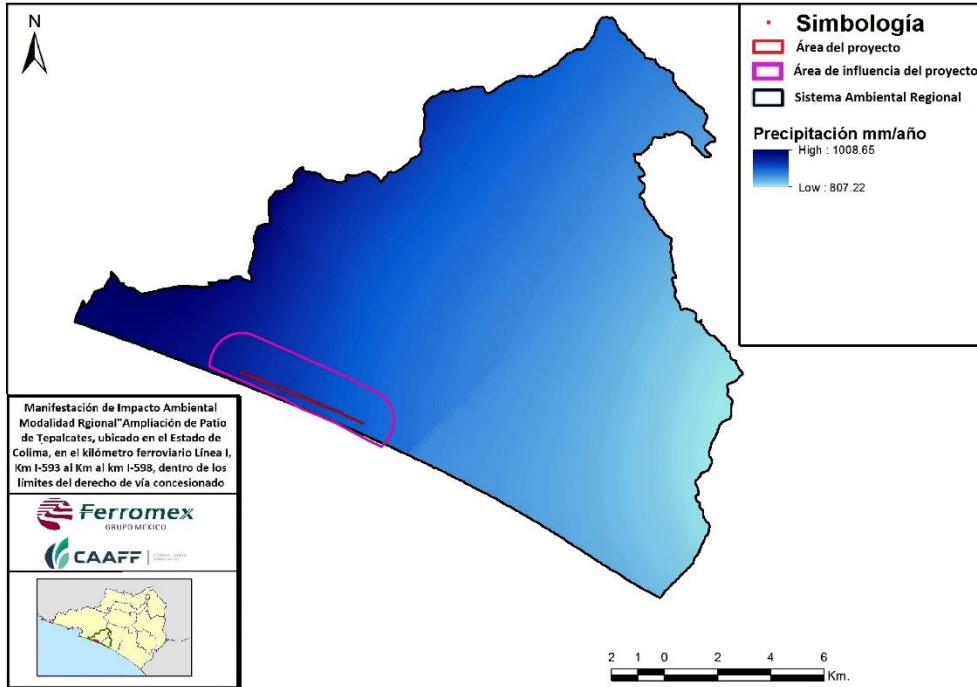


Figura 30. Precipitación en el SAR.

Para determinar el volumen de agua precipita por pixel, se multiplica la lámina de la precipitación (de cada pixel) por el área del pixel que para nuestra resolución de 30x30 metros representa 900 m<sup>2</sup>, este ráster representará el volumen de agua que ingresa a cada pixel y la suma de ellos será el volumen total que precipita en el SAR, que para nuestro caso se obtuvo un volumen de 224,375,800 m<sup>3</sup> de agua que ingresa anualmente a la cuenca a través de la precipitación.

Tabla 70. Volumen de agua precipitada en el SAR

VOLUMEN DE AGUA PRECIPITADO(m <sup>3</sup> )
224,375,800

### Estimación de precipitación en el área del proyecto

En el caso de la precipitación del área de remoción se considero una precipitación promedio anual de **944.6 mm** (estación Venustiano Carranza, clave 06025), se tendría una precipitación de **9,446 m<sup>3</sup>/ha**, obteniéndose los resultados ver Tabla .

Tabla 71. Estimación del agua precipitada por tipo de vegetación y cobertura.

CUBIERTA O USO DEL SUELO	COBERTURA (PROMEDIO) DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA	ÁREA (HA)	PRECIPITACIÓN M3/HA	AGUA Precipitada (m3)
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	40	3.3877	9,446	32,000
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	60	5.3127	9,446	50,184
Total		8.7004		82,184

#### IV.2.1.5.5.2. Intercepción

##### Intercepción en el SAR

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que esta sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009)<sup>iii</sup>. La intercepción de la precipitación dentro del área del SAR se calculó mediante un coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que está sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009)<sup>8</sup>. La intercepción de la precipitación dentro del área del proyecto se calculó mediante un coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

Para el cálculo de la intercepción se requiere obtener los valores de los siguientes parámetros:

- Cubierta forestal.
- Área (ha).
- Agua Precipitada (m3).
- Agua captada por la cobertura (m3).
- Coeficiente de intercepción.

La cubierta forestal se refiere al tipo de vegetación que será sujeta de afectación (pino, encino, selva baja caducifolia, etc.). Así como su cobertura arbórea, el cual es un valor porcentual basado en la observación directa de la vegetación en campo en el que se determina el porcentaje de suelo que cubre la vegetación forestal. Para el caso de los pastizales se refiere a la cobertura de los árboles aislados presentes en los terrenos de este tipo que implica una intercepción de la lluvia.

El coeficiente de intercepción de la selva, bosque y pastizales se calculó con base a los recopilados por Westenbroek, S.M. et. al. (2010)<sup>iv</sup> en la siguiente tabla.

Tabla 72. Factor de intercepción.

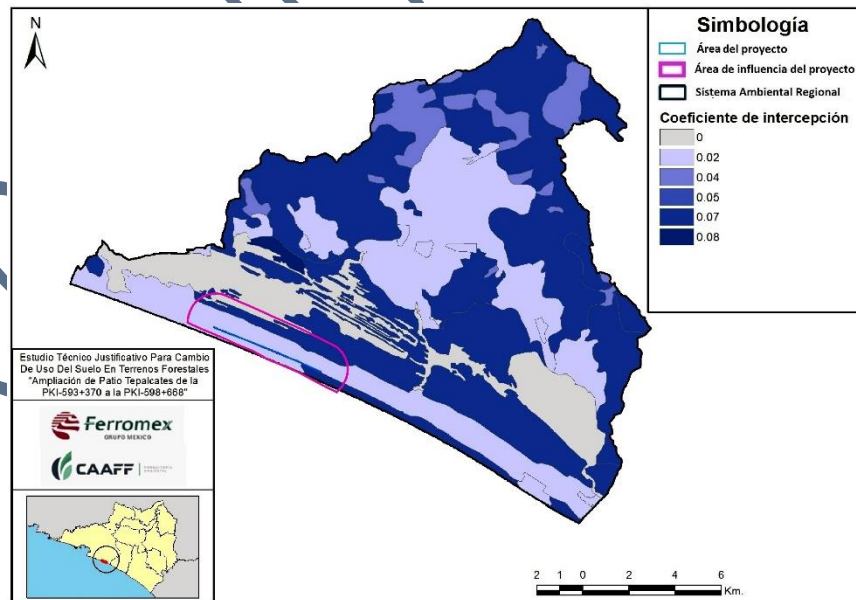
CUBIERTA	FACTOR DE INTERCEPCIÓN
Agricultura anual	0.02
Asentamientos humanos	0.05
Pastizales	0.04
Bosques de coníferas (vegetación siempre verde)	0.08
Selvas deciduas	0.07
Encinos	0.05

<sup>8</sup>Jiménez, O. F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 1-7.

La intercepción de la superficie del SAR se consideró con base a las diferentes cubiertas presentes, la vegetación, la densidad y el coeficiente de intercepción; es decir, la cantidad de agua que cada cobertura puede captar en su cobertura vegetal, como se muestra en la tabla 72.

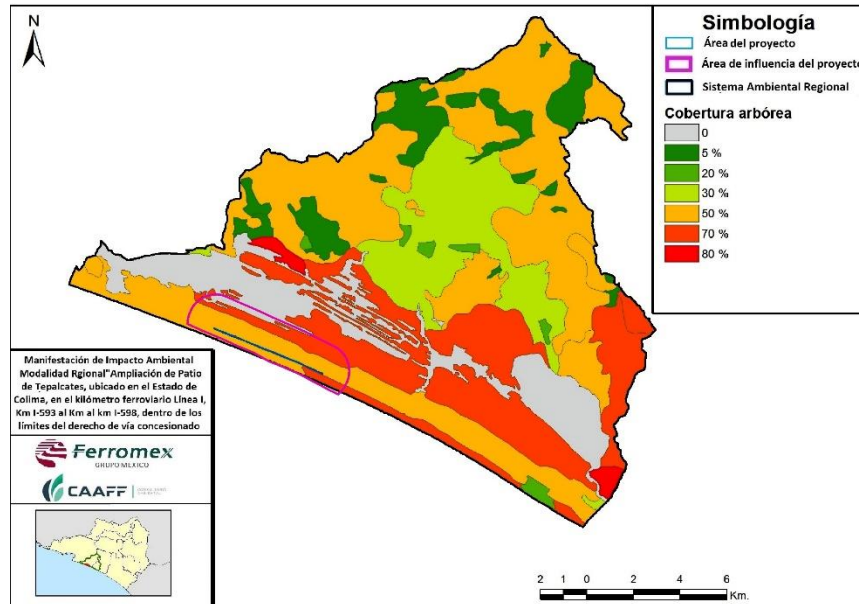
**Tabla 73. Coeficientes de intercepción y % de cobertura de arboles en el SAR.**

CLAVE	TIPO DE CUBIERTA	COBERTURA DE ARBOLES (%)	COEFICIENTE DE INTERCEPCIÓN
AH	Asentamientos Humanos	20	0.02
BQ	Bosque De Encino	80	0.05
H2O	Cuerpo De Agua	0	0
MKE	Mezquital Tropical	80	0.07
PC	Pastizal Cultivado	5	0.04
PI	Pastizal Inducido	5	0.04
RP	Agricultura De Riego Permanente	50	0.02
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	30	0.02
TP	Agricultura De Temporal Permanente	5	0.02
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	70	0.07
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	50	0.07
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	70	0.07
VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	50	0.07
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	70	0.07
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	80	0.08
VU	Vegetación De Dunas Costeras	70	0.07



**Figura 31. Coeficientes de intercepción en el SAR.**

De la misma forma se asignó el valor de la cobertura de un estrato arbóreo a cada uno de los usos del suelo y tipos de vegetación reportados en la serie VI de la carta vectorial del INEGI (valores de la tabla 73). Esto se presenta de manera espacial en la figura siguiente:



**Figura 32. Porcentaje de cobertura arbórea en el SAR.**

Con los factores de la cobertura arbórea y el coeficiente de intercepción por tipo de vegetación se obtuvo el volumen que es interceptado por pixel, esto se generó multiplicando el volumen en m<sup>3</sup> de agua precipitada en cada pixel (900 m<sup>2</sup>) por el porcentaje de cobertura y por el coeficiente de escurrimiento, como se muestra en la siguiente ecuación

$$Int = (Precipitación) \times (cobertura arborea) \times (coeficiente de intercepción)$$

Donde:

Int: Intercepción en m<sup>3</sup> al año

Precipitación: Volumen de agua precipitada por pixel

Cobertura arbórea: % de la cubierta que ocupa el estrato arbóreo por pixel

Coeficiente de Intercepción: Fracción del agua que es interceptado por el estrato arbóreo.

En el SAR el volumen de intercepción se presenta en la figura XXX donde se observa que como era de esperarse los manglares y las zonas de mayor cobertura presentan un volumen mayor capturado por las copas y fustes de los árboles. El volumen total interceptado es de 5,227,144 m<sup>3</sup> que representa el 2.33% del agua precipitada.

**Tabla 74. Volumen de agua interceptada el SAR.**

VOLUMEN DE AGUA INTERCEPTADA (m <sup>3</sup> )
5,227,144

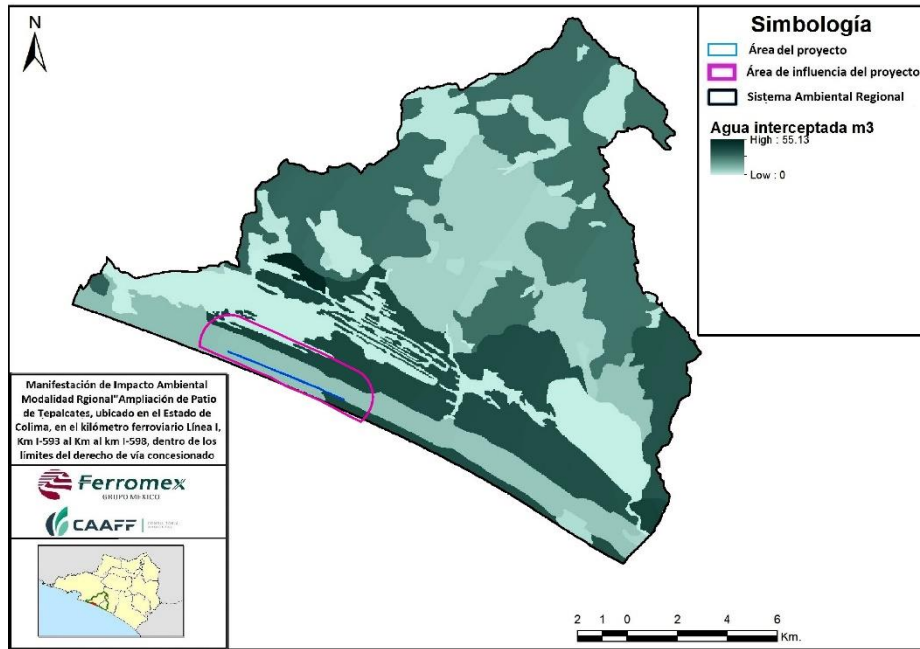


Figura 33. Volumen de agua interceptada por pixel en el SAR.

**Intercepción en el área del proyecto en condiciones actuales**

El agua captada por la cobertura de vegetación se obtiene multiplicando el agua precipitada por el porcentaje de la cobertura.

Tabla 75. Estimación del agua captada por tipo de vegetación y cobertura.

CUBIERTA O USO DEL SUELO	COBERTURA (PROMEDIO) DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA	AGUA PRECIPITADA (M³)	AGUA CAPTADA POR LA COBERTURA (M³)
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	40	32,000	12,800
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	60	50,184	30,110
Total		82,184	42,910

El coeficiente de intercepción de la selva, bosque y pastizales se calculó con base a los propuestos Westenbroek, S.M et. al. (2010)<sup>9</sup> en la Tabla .

Tabla 76. Factor de intercepción en Bosque o Selva.

CUBIERTA	FACTOR DE INTERCEPCIÓN
Selva decidua (forest)	0.07

<sup>9</sup>Westenbroek, S.M., Kelson, V.A., Dripps, W.R., Hunt, R.J., and Bradbury, K.R., 2010. SWB-A modified Thornthwaite- Mather Soil-Water-Balance code for estimating groundwater recharge: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6-A31, 60.



Fuente: Westenbroek, S.M et. al. (2010)

Finalmente, el cálculo de la intercepción, misma que es el producto de multiplicar el agua captada por la cobertura por el coeficiente de intercepción obteniéndose los siguientes resultados (ver Tabla ).

Tabla 77. Intercepción de la vegetación escenario actual.

CUBIERTA O USO DEL SUELO	ÁREA (HA)	COBERTURA (PROMEDIO) DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA	AGUA CAPTADA POR LA COBERTURA (M <sup>3</sup> )	COEFICIENTE DE INTERCEPCIÓN	INTERCEPCIÓN (M <sup>3</sup> )
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	3.3877	40 %	12,800	0.07	896
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	5.3127	60 %	30,110	0.07	2,108
<b>Total</b>	<b>8.7004</b>		<b>42,910</b>		<b>3,004</b>

Fuente: La intercepción es el resultado de la multiplicación del agua captada por el coeficiente de intercepción

De acuerdo con lo anterior, la intercepción total de dentro del área del predio es de **3,004 m<sup>3</sup>** lo que representa un **3.65%** del total de agua captada en la zona.

#### Intercepción en el área de remoción una vez ejecutado el proyecto

Para no ser repetitivos en la metodología del presente estudio, solamente se presentan las tablas de los cálculos de intercepción con una sola cobertura, debido a que ya se carece de vegetación (suponiendo la eliminación total de la vegetación).

Tabla 78. Intercepción de la vegetación escenario con proyecto

POLÍGONO	ÁREA (HA)	AGUA PRECIPITADA (M <sup>3</sup> )	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN	AGUA CAPTADA POR LA COBERTURA (M <sup>3</sup> )	COEFICIENTE DE INTERCEPCIÓN	INTERCEPCIÓN (M <sup>3</sup> )
Área de Remoción	8.7004	82,184	0	0	0.07	0
<b>Total</b>	<b>8.7004</b>	<b>82,184</b>		<b>0</b>		<b>0</b>

#### IV.2.1.5.5.3. Evapotranspiración real (ETR)

##### \* Estimación de la ETR en el Sistema ambiental regional

La evapotranspiración combina dos formas mediante las cuales el agua regresa en forma gaseosa a la atmósfera. Dentro de ambos procesos interfieren una serie de variables generalmente complejos. Dado que los datos para la obtención de la evapotranspiración son escasos y las mediciones para encontrar el valor de las pérdidas de agua son difíciles y presentan altos costos para llevarse a cabo,

se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007)<sup>10</sup>, para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente.

$$Ev = \frac{P}{\sqrt{1.5 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

Ev: Evapotranspiración real en mm

P: Precipitación anual en mm

$$L=300+25T+0.05T^2$$

T: Temperatura media anual en °C

Para la determinación de la evapotranspiración real es necesario conocer la temperatura en grados Celsius para lo cual se interpoló los valores de las estaciones meteorológicas con influencia en el SAR, los valores fueron obtenidos de la página web del Servicio Meteorológico Nacional (ver tabla 78) la misma manera que la precipitación obteniendo un ráster de distribución espacial pero ahora de temperatura como se muestra en la figura 47.

Tabla 79. Estaciones meteorológicas empleadas en la interpolación de temperatura.

CLAVE	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	TEMPERATURA MEDIA ANUAL
6001	Armería	26.7
6018	Manzanillo	26.9
6058	Tecomán	26.4
6070	San José de Lumber	21.2
6074	Radar Cuyutlán	26.7
6025	Venustiano Carranza	25.7
6068	Las Adjuntas	24.9

<sup>10</sup> Cruz-Falcón A. 2007. Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de la Paz BCS Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos. Tesis de Doctorado. IPN-CICIMAR, Diciembre 2007. 139 p.

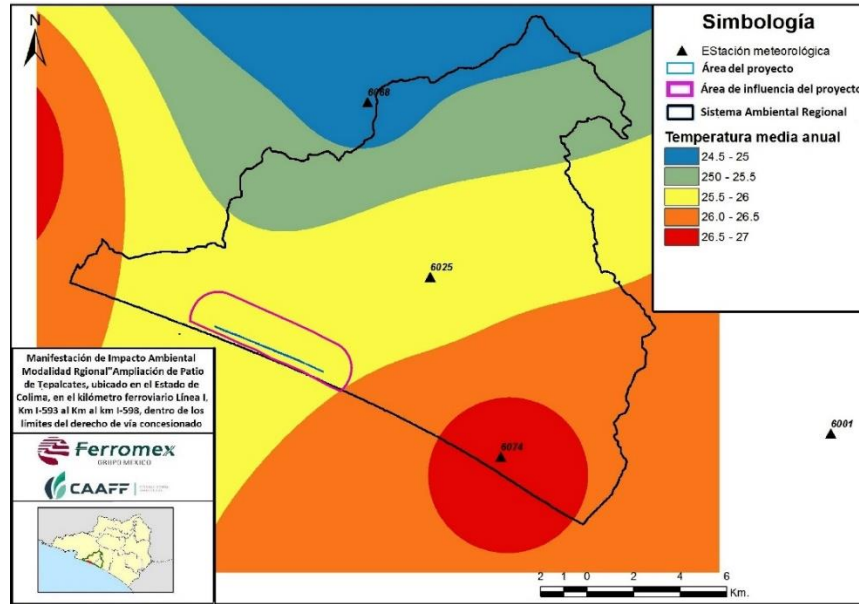


Figura 34. Temperatura en el SAR.

Con la variable de la temperatura a nivel pixel y empleando la ecuación de evapotranspiración real descrita más arriba se estimó este valor a nivel del pixel (30x30 metros); posteriormente se calculó el volumen del agua en m<sup>3</sup> que se evapotranspiró a nivel de pixel, en la totalidad del SAR el volumen se estimó en 145,288,700 m<sup>3</sup> lo que representa el 64.75% del agua total que ingresa a la cuenca.

Tabla 80. Volumen de agua evapotranspirada en el SAR.

VOLUMEN DE AGUA EVAPOTRANSPIRADA (m <sup>3</sup> )
145,288,700

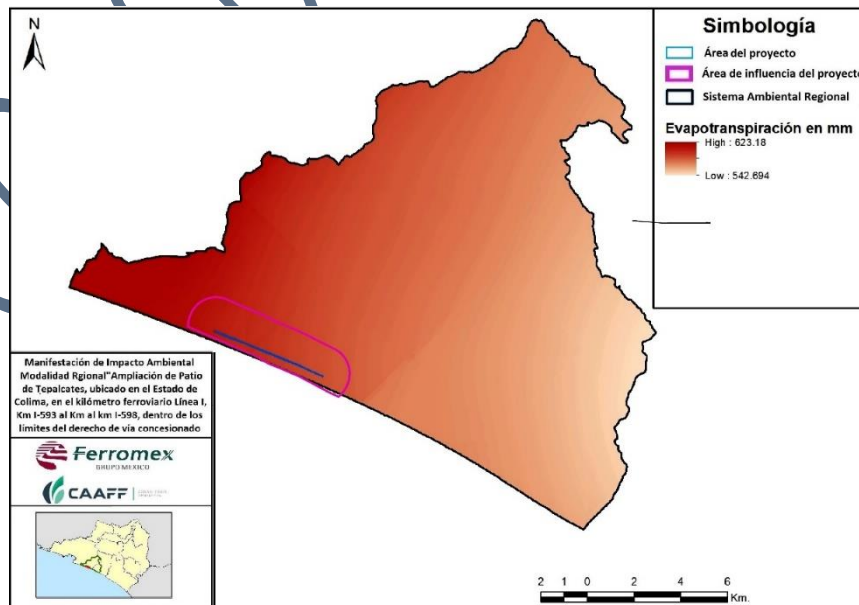


Figura 58. Evapotranspiración en mm en el SAR.

- **Evapotranspiración en el Área del Proyecto**

En el caso del área del proyecto, para la determinación de la evapotranspiración real se utilizó la normal climatológica de la **estación Venustiano Carranza (06025)**, los datos se pueden consultar en el punto de clima de este capítulo, la cual asciende a 25.7 grados Celsius.

Valores considerados para la estimación de la Evapotranspiración:

$$\begin{aligned}
 P &= \text{Precipitación} = 944.6 \text{ mm} \\
 T &= \text{Temperatura Media Anual} = 25.7^{\circ}\text{C} \\
 L &= 300 + 25(25.7) + 0.05(25.7)^2 = 300 + 642.5 + 33.02 = 975.5245 \\
 E &= 944.6 / \sqrt{1.5 + [(944.6)^2 / (975.5245)^2]} \\
 E &= 696.82 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**Tabla 81. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.**

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (mm)	ÁREA EN HA	EVAPOTRANSPIRACIÓN ANUAL (M <sup>3</sup> )
696.82	8.7004	60,626

Fuente: La Evapotranspiración anual es el resultado de la evapotranspiración real multiplicada por el área del proyecto

De acuerdo con las estimaciones realizadas la evapotranspiración es de **60,626 m<sup>3</sup>** el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de 82,184 m<sup>3</sup> el coeficiente es de 73.77, este cociente indica que del 100% del agua precipitada, el 73.77% se evapotranspira.

#### IV.2.1.5.5.4. Esguerrimiento medio

El esguerrimiento se inicia sobre el terreno una vez que en la superficie se alcanza un valor de contenido de humedad cercano a la condición de saturación. Posteriormente se iniciará un flujo tanto sobre las laderas, como a través de la matriz de los suelos, de las fracturas de las rocas o por las fronteras entre materiales de distintas características, esto es, un flujo subsuperficial (Breña y Jacobo, 2006).

Es la relación del caudal que fluye sobre el terreno al caudal llovido, este se obtiene de acuerdo con los tipos de suelos, uso del suelo y pendiente.

$$Vm = Ce * Pm * A$$

Dónde:

Vm= volumen medio que puede esguerrir (m<sup>3</sup>)

A= área de la cuenca (m<sup>2</sup>)

Ce= Coeficiente de esguerrimiento

Pm= precipitación media (m)

**\* Estimación del escurrimiento medio en el Sistema ambiental regional**

En México, la CNA ha publicado la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (Diario Oficial de la Federación, 2 de agosto del 2001), donde establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales para su explotación y aprovechamiento. En dicha norma se muestra el procedimiento autorizado para calcular el coeficiente de escurrimiento (Ce), para el cálculo del escurrimiento medio anual en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

A falta de información específica, con apoyo de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se clasifican los suelos en una categoría B, de las tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables). Una vez clasificado el suelo (grupo textural A, B, o C) y tomado en cuenta su uso actual, se obtiene el valor de K correspondiente.

**Tabla 82. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.**

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactados que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		
USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de praderas	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizales:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% poco pastoreo	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% regular	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% excesivo	0.24	0.28	0.3
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	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Praderas permanentes	0.18	0.24	0.3

En el SAR se presentan diferentes tipos de suelo, por lo cual se clasificaron conforme a la textura y tipo de suelo principal

Tabla 83. Clasificación de los tipos de suelo del SAR.

UNIDAD PRINCIPAL	SUBUNIDAD	TEXTURA	TIPO DE SUELO
Feozem	háptico	Media	B
Fluvisol	éutrico	Gruesa	A
Litosol		Media	C
Litosol		Gruesa	B
Regosol	éutrico	Gruesa	B
Regosol	éutrico	Media	B
Solonchak	gléyico	Gruesa	A
Vertisol	pélico	Fina	C

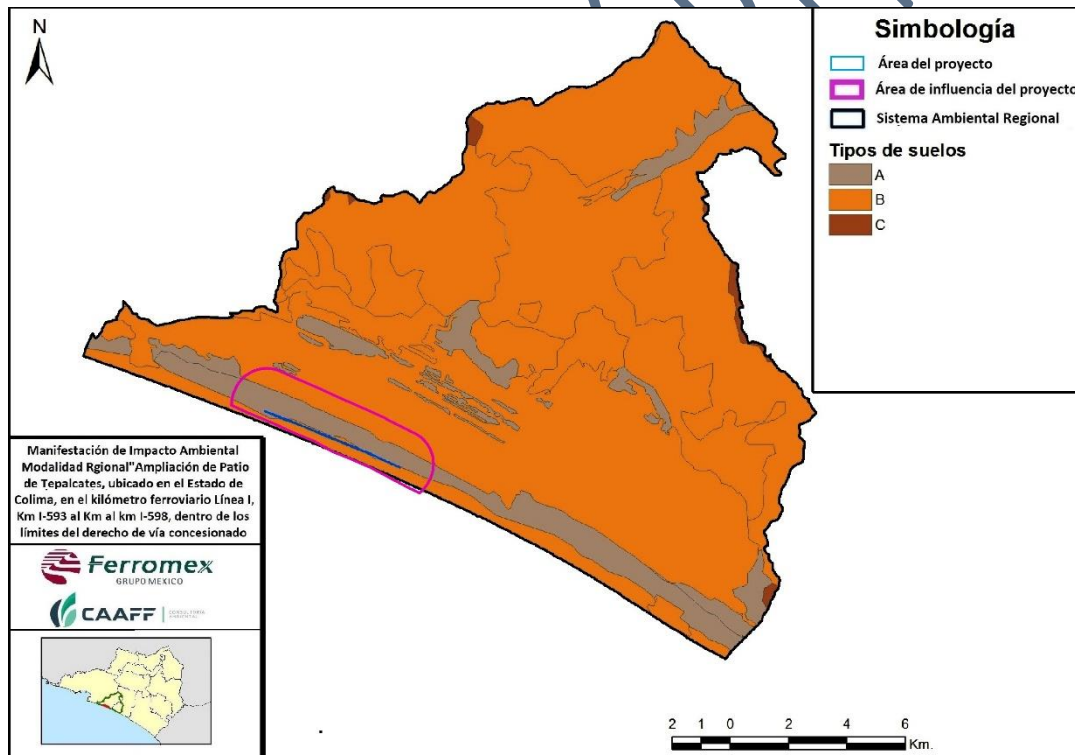


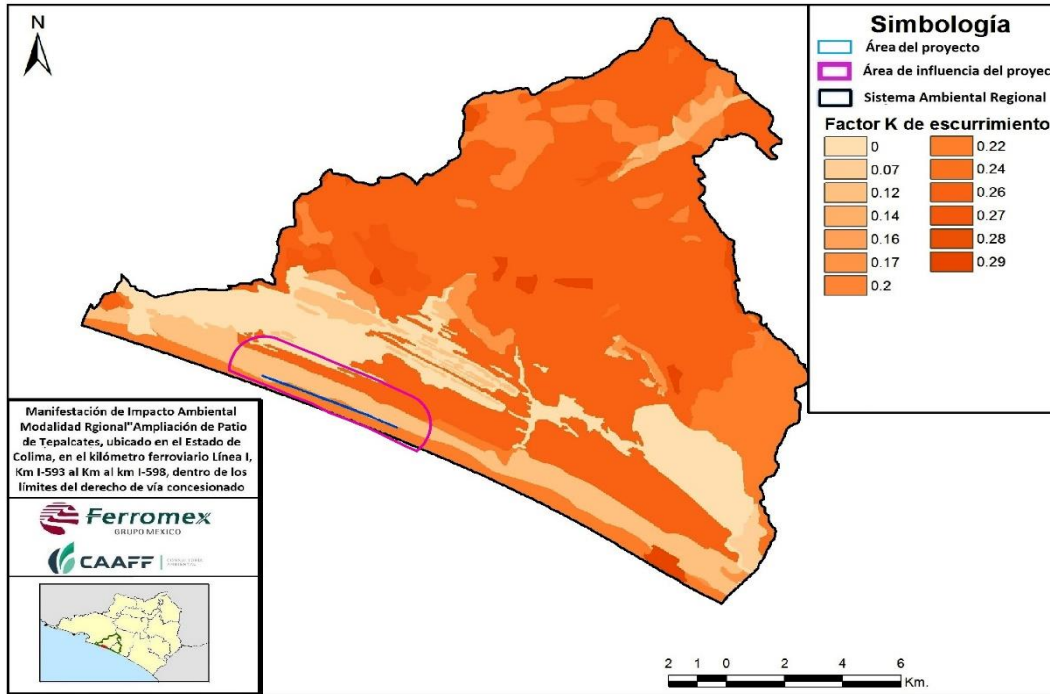
Figura 59. Tipos de suelos en el SAR.

Como en el SAR existen diferentes usos de suelo, el valor de K se calculó se obtuvo de la cobertura de suelo y tipo de vegetación de acuerdo con la información de la Serie VI de uso de suelo y vegetación.



Tabla 84. Factor K del escurrimiento para los tipos de vegetación del SAR.

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	TIPO DE SUELO	FACTOR C
AH	Asentamientos Humanos	A	0.26
H2O	Cuerpo De Agua	A	0
MKE	Mezquital Tropical	A	0.07
PC	Pastizal Cultivado	A	0.14
RP	Agricultura De Riego Permanente	A	0.12
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	A	0.17
TP	Agricultura De Temporal Permanente	A	0.24
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	A	0.12
Vsa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	A	0.12
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	A	0.07
VU	Vegetación De Dunas Costeras	A	0.17
AH	Asentamientos Humanos	B	0.29
BQ	Bosque De Encino	B	0.16
H2O	Cuerpo De Agua	B	0
MKE	Mezquital Tropical	B	0.16
PC	Pastizal Cultivado	B	0.2
PI	Pastizal Inducido	B	0.24
RP	Agricultura De Riego Permanente	B	0.22
RSP	Agricultura De Riego Semipermanente Y Permanente	B	0.26
TP	Agricultura De Temporal Permanente	B	0.27
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	B	0.26
Vsa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	B	0.26
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	B	0.22
Vsa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	B	0.26
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	B	0.22
VSA/VM	Vegetación Secundaria Arbórea De Manglar	B	0.16
VU	Vegetación De Dunas Costeras	B	0.22
MKE	Mezquital Tropical	C	0.24
PC	Pastizal Cultivado	C	0.28
Vsa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	C	0.28
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	C	0.26
Vsa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	C	0.28



**Figura 35. Factor K para el cálculo de escurrimiento en el SAR.**

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Si K es menor a 0.15      $Ce = K (P - 250) / 2000$

Si K es mayor a 0.15      $Ce = K (P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5$

Donde P es la precipitación en mm

CONSULTA PÚBLICA

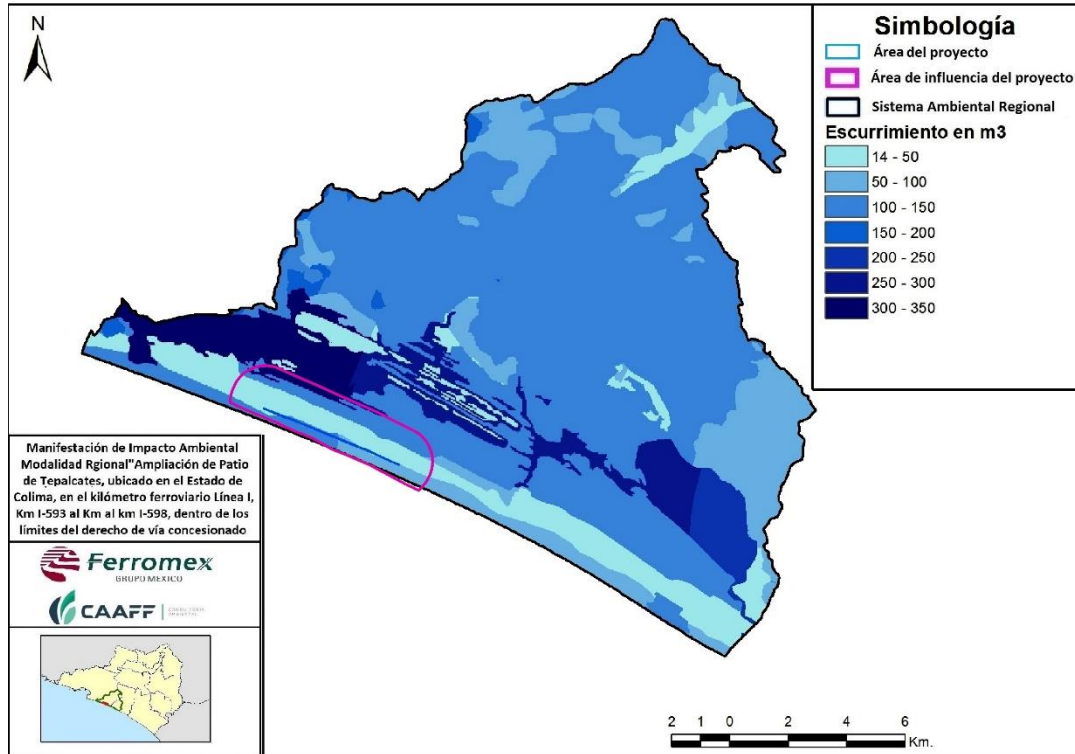


Figura 36. Volumen de escurrimiento en el SAR.

Con la suma de los escurrimientos a nivel píxel se determinó el volumen de agua en m<sup>3</sup> que se escurre en la totalidad del SAR, siendo un volumen de 36,419,100 m<sup>3</sup> lo que representa el 16.23% del agua total que ingresa a la cuenca.

Tabla 85. Volumen de agua escurrida en el SAR.

VOLUMEN DE AGUA ESCURRIDA (m <sup>3</sup> )
36,419,100

\* Estimación del escurrimiento en el área del proyecto en condiciones actuales

De acuerdo con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, se obtiene el valor K de acuerdo con la Tabla 85 considerando el tipo de suelo C y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

Tabla 86. Factor K del área del proyecto en condiciones actuales.

CUBIERTA	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN %	FACTOR K SUELO C
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	60%	0.12
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	40%	0.17

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura de la Tabla No.IV.23

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

Si K es menor a 0.15  $C_e = K (P-250)/2000$

Si K es mayor a 0.15  $C_e = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$  (Donde P es la precipitación en mm)

Tabla 87. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.

CUBIERTA	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN %	FACTOR K SUELO C	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	60%	0.12	0.0724
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	40%	0.17	0.0417

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se estimó el escurrimiento con base al agua precipitada por el coeficiente de escurrimiento, obteniendo los resultados que se encuentran en la Tabla 87.

Tabla 88. Escurrimiento en el escenario actual.

CUBIERTA	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN %	ÁREA (HA)	AGUA PRECIPITADA (M <sup>3</sup> )	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO (M <sup>3</sup> )
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	60%	3.3877	32,000	0.0724	2,316
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	40%	5.3127	50,184	0.0417	2,091
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>	<b>82,184</b>		<b>4,407</b>

De acuerdo con lo anterior, el **escurrimiento total en condiciones actuales** dentro del área del predio es de **4,407 m<sup>3</sup>** lo que representa un **5.36%** del total de agua captada en la zona.

\* **Estimación del escurrimiento en el área del proyecto una vez ejecutado el proyecto**

En la siguiente tabla, se presenta el escurrimiento medio una vez ejecutado el proyecto.

Tabla 89. Escurrimiento en el escenario con proyecto.

POLÍGONO	ÁREA (HA)	AGUA PRECIPITADA (M <sup>3</sup> )	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN	FACTOR K SUELO C (SUELO DESNUDO)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO (M <sup>3</sup> )
Área de Remoción	8.7004	82,184	0	0.26	0.164	13,448
<b>Total</b>	<b>8.7004</b>	<b>82,184</b>				<b>13,448</b>

De acuerdo con lo anterior, el **escurrimiento total una vez ejecutado el proyecto** es de **13,448 m<sup>3</sup>** lo que representa un **16.36%** del total de agua captada en la zona.

#### IV.2.1.5.5.4. Infiltración

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Orosco, 2006)v. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y

posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

No es fácil medir la filtración al igual que la recarga subterránea, por lo que generalmente los valores de estos componentes del balance hídrico se determinan por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial.

$$Inf = P - (Int + Ev + E)$$

Dónde:

- P: precipitación (m3/año)
- Int: Intercepción (m3/año), por el dosel de la vegetación arborea.
- Ev: Evapotranspiración (m3/año), Evaporación + Transpiración.
- E: Escurrimiento Superficial (m3/año).
- Inf: Infiltración (m3/año)

$$Inf = 224,375,800 - (5,227,144 + 145,288,700 + 36,419,100)$$

$$Inf = 37,440,856 \text{ m}^3$$

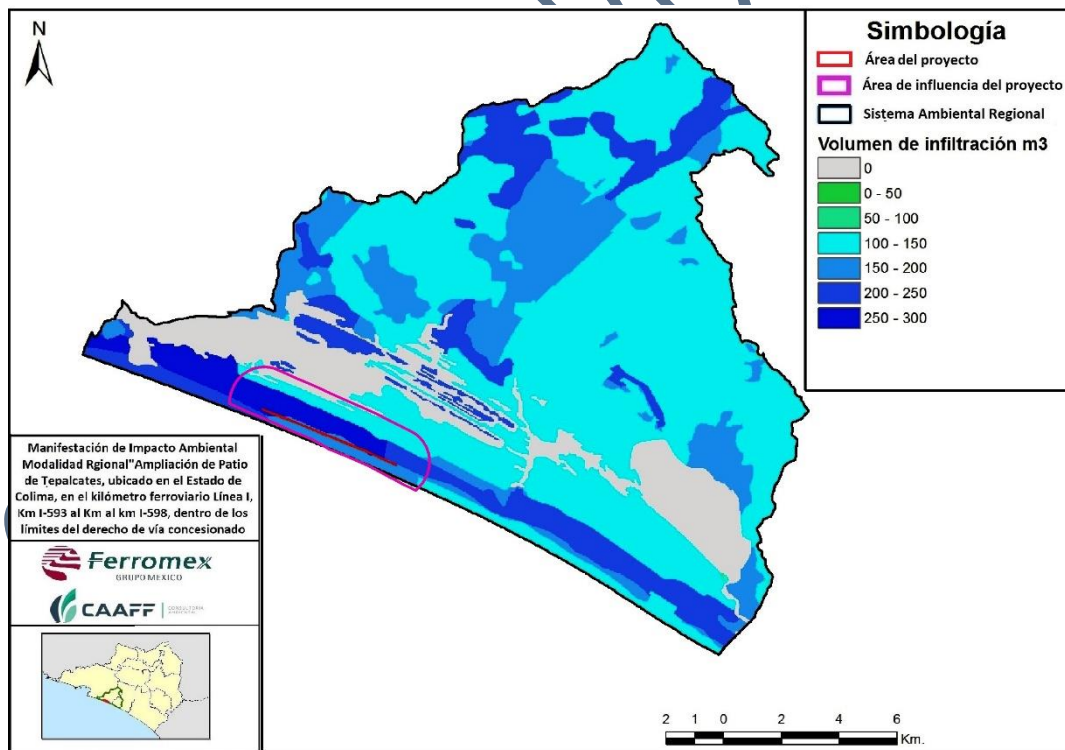


Figura 62. Volumen de infiltración en el SAR.

La infiltración total dentro del área del SAR es de 37,440,856 m<sup>3</sup> en las 25,323.99 ha lo que representa un 16.69% del total de agua captada en la zona, esto se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 90. Balance hidrológico en el SAR.

CONCEPTO	BALANCE HIDROLÓGICO EN EL SAR	
	(M3)	(%)
Precipitación	224,375,800	100
Intercepción	5,227,144	2.33
Evapotranspiración	145,288,700	64.75
Escorrentía superficial	36,419,100	16.23
Infiltración	37,440,856	16.69

\* Infiltración actual en el Área del Proyecto

Con base en los resultados anteriores utilizando la ecuación de la Infiltración  $Inf = P - (Int + Ev + E)$ , se obtienen los siguientes resultados:

$$Inf = 82,184 - (3,004 + 60,626 + 4,407) = 14,146 \text{ m}^3$$

La infiltración total dentro del proyecto en general es de **14,146 m<sup>3</sup>/año** en las **8.7004 ha** lo que representa un **17.21%** del total de agua captada en la zona.

CONSULTA PÚBLICA



\* **Infiltración una vez realizada la remoción de vegetación.**

Con base a las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se tiene el siguiente balance:

$$\text{Infiltración} = 82,184 - (0 + 60,626 + 13,448) = 8,110 \text{ m}^3$$

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto **se tendría una disminución de 6,037 m<sup>3</sup> (14,146 – 8,110)** volumen que se incrementa en el escurrimiento. Para compensar la infiltración disminuida a causa de la remoción de vegetación se proponen medidas de mitigación que se detallan en el capítulo VIII y IX que corresponde a la restauración de un predio de compensación adicional a través de la reforestación con especies nativas.

\* **Comparación de infiltración con y sin el proyecto**

De los **14,146 m<sup>3</sup>/año** de agua que se infiltra en condiciones actuales, se reduce a **8,110 m<sup>3</sup>/año** una vez ejecutado la remoción de cobertura vegetal, siendo la diferencia de **6,037 m<sup>3</sup>/año**, misma que representa el 5.31% de la precipitación total.

Por lo que para el presente proyecto se proponen medidas que logren compensar la disminución de la infiltración ocasionada por la remoción de la cobertura vegetal.

Tabla 91. Comparación de la infiltración en las condiciones actuales y una vez ejecutado el proyecto.

USO DE SUELO	AGUA QUE SE INFILTRA EN EL AP (m <sup>3</sup> /año)		
	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	VOLUMEN A MITIGAR
Selva Baja Caducifolia/Sin vegetación	14,146	8,110	6,037

**IV.2.1.6 Hidrología Subterránea**

La Hidrología subterránea es la rama de estudio del recurso hídrico a través del subsuelo, su yacimiento, movimiento, recargas y descargas. La Cuenca Hidrológico Forestal donde se ubica el proyecto se encuentra influenciada por tres acuíferos, siendo estos, el acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos (Clave 603), El Colomo (Clave 607) y Venustiano Carranza (Clave 605), de acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA.

En el caso del proyecto este se localiza en el acuífero Venustiano Carranza (Clave 605), ocupando el total de la superficie.

Tabla 92. Acuíferos presentes en el SAR.

CLAVE	ACUÍFERO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
0603	Armeria-Tecomán-Periquillos	1410.514	5.57%
0607	El Colomo	1166.831	4.61%
0605	Venustiano Carranza	22746.649	89.82%
<b>TOTAL</b>		<b>25,323.994</b>	<b>100.00%</b>

A continuación, se hace un análisis de la disponibilidad de aguas subterráneas de los acuíferos.

#### IV.2.1.6.1. Determinación de la disponibilidad media anual de agua

- **Acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos (0603)**

Para conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtuvo la información de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos (0603), estado de Colima, publicada en el Diario Oficial de la Federación-2018, correspondiente a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) en el 2015. Los datos se basan en la siguiente expresión, contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

Donde:

**DAS** = Disponibilidad media anual de agua subterránea.

**Rt** = Recarga total media anual.

**DNCOM** = Descarga natural comprometida.

**VCAS** = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPGA.

- \* **Recarga total media anual (Rt)**

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos es de 230 millones de metros cúbicos por año ( $Mm^3$  /año).

- \* **Descarga natural comprometida (DNCOM)**

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos la descarga natural comprometida es de  $20 Mm^3$  /año.

- \* **Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPGA**

En el acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de  $155,550,283 m^3$  /año.

- \* **Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)**

La cifra indica que existe volumen disponible de  $54,449,717 m^3$  anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Armeria-Tecomán-Periquillos en el Estado de Colima.

- **Acuífero Venustiano Carranza (0605)**
- \* **Recarga total media anual (Rt)**

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Venustiano Carranza es de 25 millones de metros cúbicos por año ( $Mm^3$  /año).

- \* **Descarga natural comprometida (DNCOM)**

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Venustiano Carranza la descarga natural comprometida es de  $5 Mm^3$  /año.

- \* **Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA**

En el acuífero Venustiano Carranza el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de  $12'311,348 m^3$  /año.

- \* **Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)**

La cifra indica que existe volumen disponible de  $7,688,652 m^3$  anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Venustiano Carranza en el Estado de Colima.

- **Acuífero El Colomo (0607)**
- \* **Recarga total media anual (Rt)**

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Valle de El Colomo es de 30 millones de metros cúbicos por año ( $Mm^3$  /año).

- \* **Descarga natural comprometida (DNCOM)**

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Valle de El Colomo la descarga natural comprometida es igual a 5 millones de metros cúbicos por año.

**\* Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA**

En el acuífero Valle de El Colomo el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002 es de 14,399,387 m<sup>3</sup> /año.

**\* Disponibilidad de aguas subterráneas (DAS)**

La cifra indica que existe volumen disponible de 10,600,613 m<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Valle de El Colomo en el Estado de Colima.

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA.

Tabla 93. Disponibilidad de aguas subterráneas.

CLAVE	ACUÍFERO	RT (Mm <sup>3</sup> /año)	DNCOM (Mm <sup>3</sup> /año)	VCAS (Mm <sup>3</sup> /año)	DAS (Mm <sup>3</sup> /año)
603	Armeria-Tecomán-Periquillos	230	0.0	20	155.55
607	El Colomo	30	0.0	5	14.40
605	Venustiano Carranza	25	0.0	5	12.31

Es importante aclarar que, el cálculo de la recarga media anual que reciben los acuíferos, y por lo tanto de la disponibilidad, se refiere a la porción del acuífero granular en la que existen aprovechamientos del agua subterránea e información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que su valor sea mayor; sin embargo, no es posible en este momento incluir en el balance los volúmenes de agua que circulan a mayores profundidades que las que actualmente se encuentran en explotación, ni en las rocas fracturadas que subyacen a los depósitos granulares.

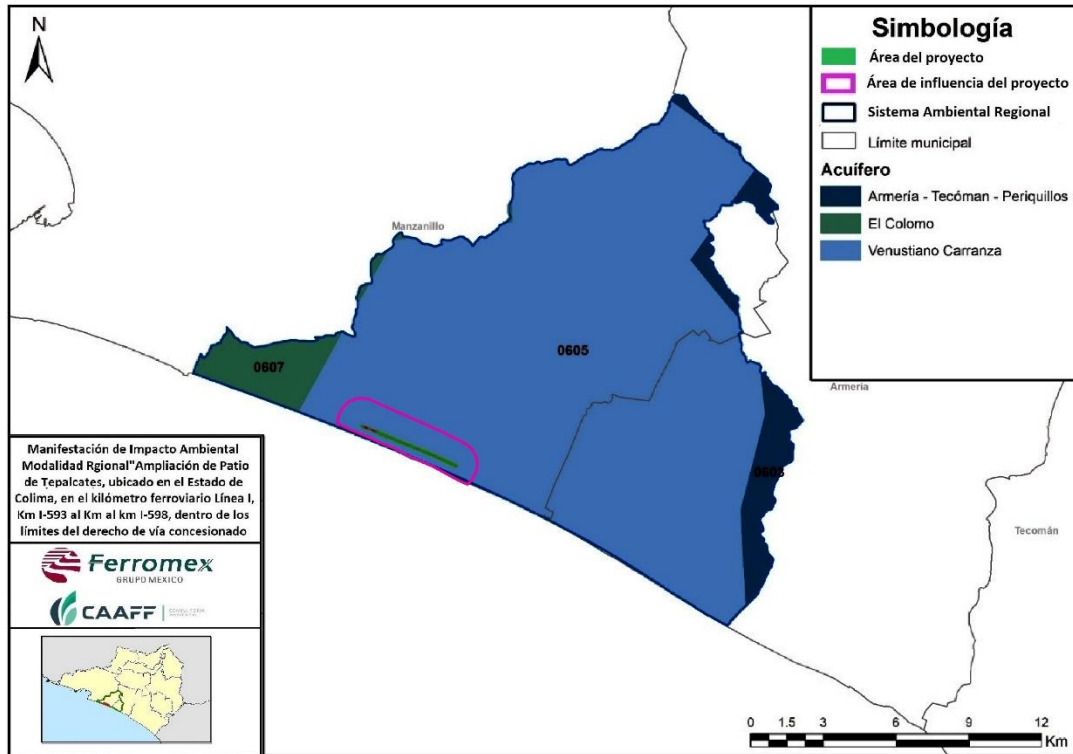


Figura 63. Mapa de acuíferos subterráneos presentes en la cuenca hidrológico-forestal.

CONSULTA

#### ***IV.2.1.7. Aire***

De acuerdo con el inventario nacional de emisiones de contaminantes criterio del año 2013 (SEMARNAT, 2017), existen en México un total de 99 municipios que superan la emisión anual de 20,000 toneladas de contaminantes de criterio primarios (suma de las emisiones de monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros) siendo uno de ellos el municipio de Manzanillo.

Por otra parte, el Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2018-2021 emnciona que, una de las fuentes principales de contaminación atmosférica en el espacio del territorio municipal corresponde a la Planta Termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en la comunidad de Campos, que funciona principalmente con base al uso de combustóleo, que en su proceso de combustión genera Dióxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>) y partículas suspendidas totales (PST) y PM10 y PM2.5. Mismo caso sucede con la planta de almacenamiento de Petróleos Mexicanos (PEMEX).

Es cierto que la calidad del aire a través de los años ha ido disminuyendo, sin embargo, por las características físicas y ubicación geográfica, el aire está en constante circulación principalmente por la cercanía de la costa, así como la incidencia de huracanes en menor proporción, la calidad del aire en esta zona es "buena".

CONSULTA PÚBLICA



## IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

### IV.2.2.1. Vegetación

#### IV.2.2.1.1. Tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

En el Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se ubica el área del proyecto (AP), se identifican 16 usos de suelo y vegetación según la cartografía del INEGI serie VI (2017).

Tabla 94. Superficie de los tipos de vegetación y usos de suelo en el Sistema ambiental regional.

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE
Agricultura de riego permanente	2,951.23	11.65%
Agricultura de riego semipermanente y permanente	3,626.15	14.32%
Agricultura de temporal permanente	496.662	1.96%
Asentamientos humanos	253.663	1.00%
Bosque de encino	2.193	0.01%
Cuerpo de agua	3,402.31	13.44%
Mezquital tropical	127.328	0.50%
Pastizal cultivado	1,546.86	6.11%
Pastizal inducido	31.971	0.13%
Vegetación de dunas costeras	426.018	1.68%
Vegetación halófila hidrófila	4,105.45	16.21%
Vegetación secundaria arbórea de manglar	143.848	0.57%
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	817.121	3.23%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	146.99	0.58%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	7,058.85	27.87%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	187.348	0.74%
<b>TOTAL</b>	<b>25,323.99</b>	<b>100.00%</b>

En el SAR, de acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI (2017) presenta una superficie en donde se ejerce la agricultura de **27.93%** en distintas formas de riego como lo son la agricultura de **riego permanente (11.65%)**, de **riego semipermanente y permanente (14.62%)**, y de **temporal permanente (1.96%)**, otra actividad común en la zona es el pastoreo, en nuestro caso el **6.11%** de la superficie es de **pastizal cultivado** y el **0.13%** inducido. El **1.00%** corresponde a **asentamientos humanos** y el **13.44%** a **cuerpos de agua**. Por otra parte, las comunidades florísticas comprenden el **51.39%** de la superficie del SAR, siendo la mayor cobertura por **vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia** con **27.87%** de la superficie, seguida de **vegetación halófila hidrófila** en el **16.21%**, la vegetación de menor presencia en el SAR es la de **bosque de encino** y **mezquital tropical**, estos en el **0.01%** y **0.50%** respectivamente. En la siguiente figura se muestra la distribución de los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el SAR, AIP y AP.

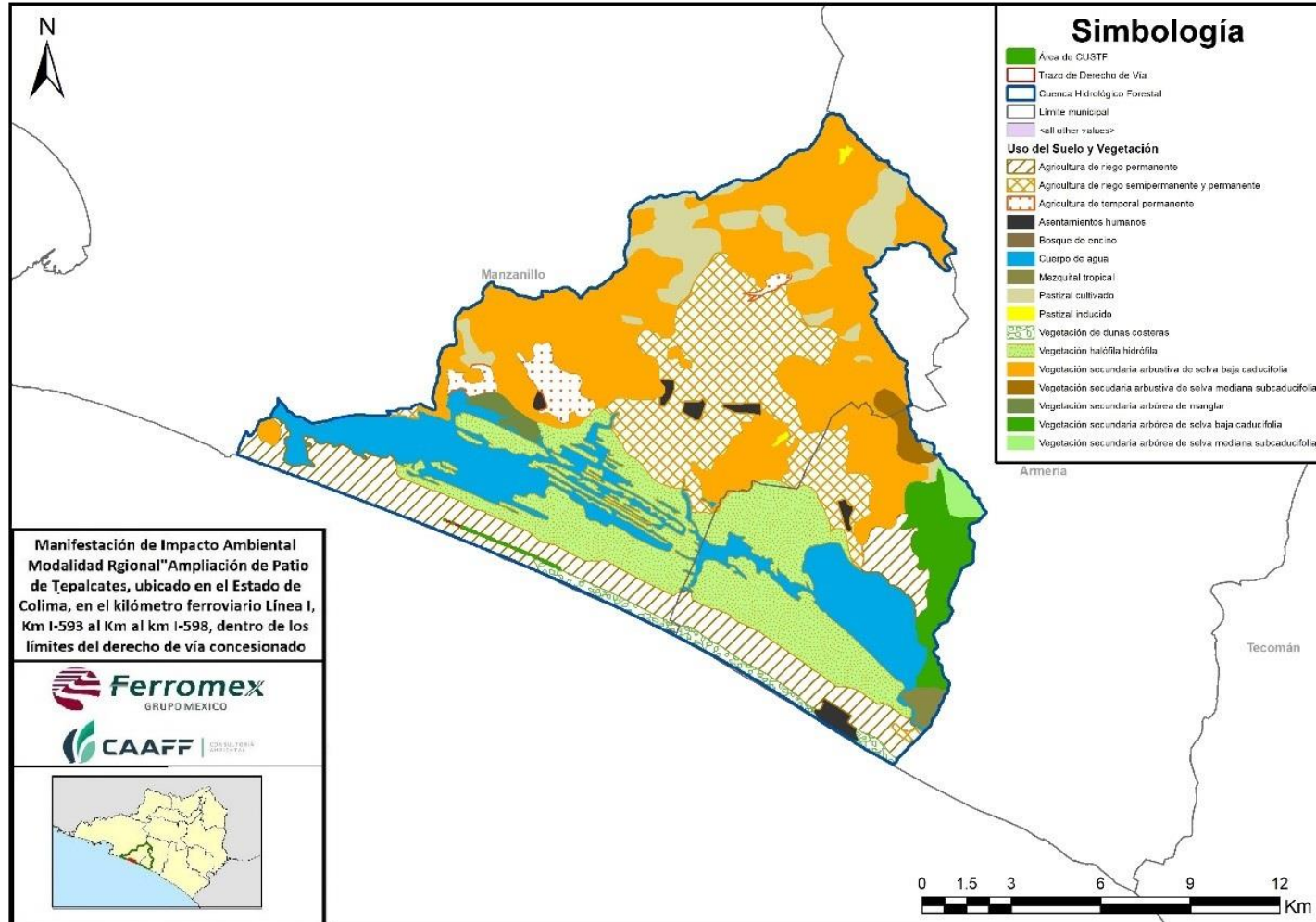


Figura 64. Tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR, AIP y AP.

#### IV.2.2.1.2. Tipos de vegetación presentes en Área del Proyecto

De acuerdo con la cartografía del INEGI serie VI (2017), el área del proyecto se encuentra ocupada por agricultura de riego permanente en una superficie de **8.6673 ha** y vegetación de dunas costeras en **0.0231 ha**. Sin embargo, de acuerdo a la caracterización en campo, el área del proyecto se clasifica como **selva baja caducifolia (8.7004 ha.)** en estado de vegetación secundaria, y en menor proporción por un uso de suelo correspondiente a pastizal inducido (6.9409 ha) e infraestructura ferroviaria (2.0439 ha), cuyos polígonos son menores a 100 hectáreas, por lo que para el INEGI no fueron susceptibles a una diferenciación o clasificación de acuerdo a la escala trabajada tal y como se muestra en la figura que se muestra a continuación:

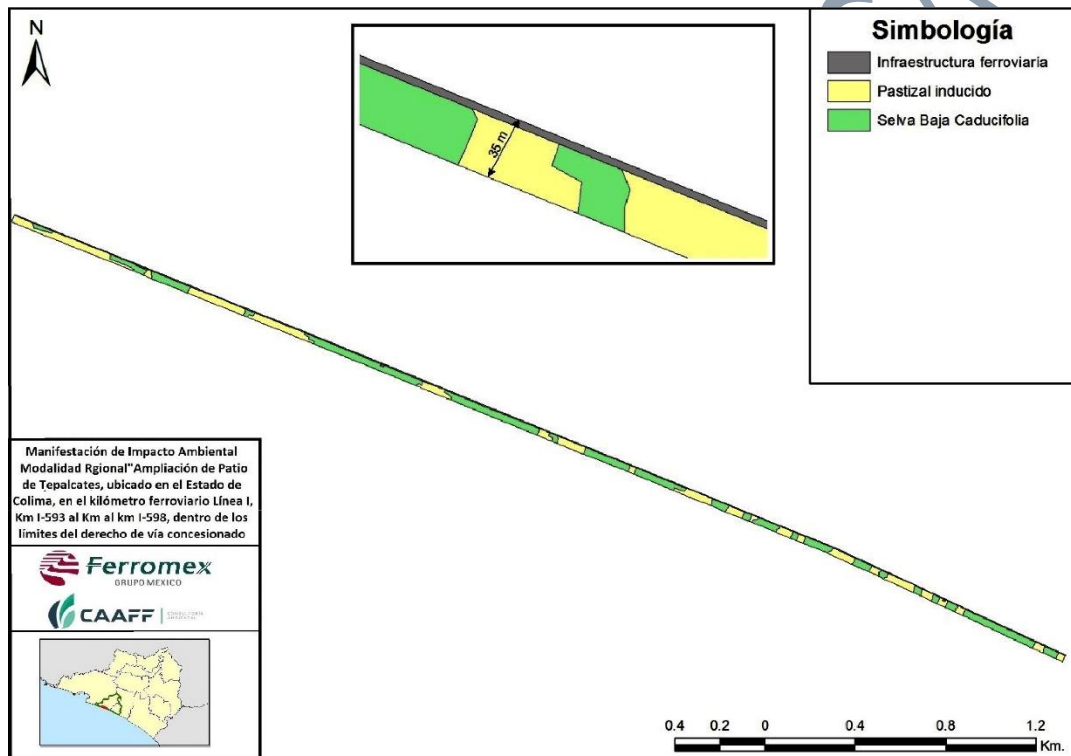


Figura 65. Uso del suelo y vegetación en el área del proyecto.

A continuación, se hace una breve descripción del tipo de vegetación presente en el área del proyecto:

\* **Selva Baja Caducifolia**

Estas selvas constituyen el límite vegetacional térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con temperaturas anuales promedio superiores a los 20°C y precipitaciones anuales de 1,200 mm como máximo, siendo generalmente del orden de 800 mm, con una temporada seca que pueden durar hasta 8 meses y que es muy severa. Estas selvas se presentan desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm.

Las características fisionómicas principales de esta selva residen en la escasa altura que alcanzan los componentes arbóreos (normalmente entre 4 y 10 metros, eventualmente 15 metros) y en el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas por un periodo de 5 a 7 meses, lo cual provoca un contraste enorme en la fisionomía de la vegetación entre la época seca y la lluviosa. Un elevado número de especies presenta exudados y sus hojas tienen olores fragantes o resinosos cuando se les estruja. Dominan las hojas compuestas y/o cubiertas por abundante pubescencia. El tamaño predominante de las hojas es el nanófilo. Generalmente los troncos de los árboles son cortos, robustos, torcidos y ramificados cerca de la base; muchas especies presentan cortezas escamosas papiráceas o con protuberancias espinosas o corchudas. Las copas son poco densas y muy abiertas. El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después del inicio de las lluvias. Los bejucos son abundantes, también se observan bromeliáceas y diversas orquídeas.

Las formas de vida suculentas son comunes, especialmente en los géneros Agave, Opuntia, Lemaireocereus y Cephalocereus. A pesar de lo xerófito del ambiente, las espinosas no son abundantes, por lo que las selvas tienen características de inermes. Esta selva se desarrolla preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante someros arenosos o arcillosos con un drenaje superficial fuerte. Los sustratos geológicos en los que se desarrolla son bastante variables.

La selva baja caducifolia ocupa extensiones considerables en la vertiente del pacífico, especialmente en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la sierra Madre Occidental en donde se presenta en los cañones de la sierra y se extiende desde Baja California hasta Chiapas. En el Golfo se encuentra en la Huasteca, en la parte alta del Río Papaloapan y en casi todo el estado de Yucatán. En los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, y parte de Michoacán, la selva baja caducifolia se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1,600msnm, pero frecuentemente abajo de los 1,400msnm. Está restringida a las laderas de los cerros. Una de las especies que se encuentra frecuentemente como clara dominante es *Lysiloma divaricata*; otras especies preponderantes son del género *Bursera*, entre ellas *Bursera excelsa var favonialis*, *B. gagaroides vars elongata y purpusii*, *Capparis incana*, *Ceiba aesculifolia*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procera*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Spondias purpurea* y *Trichilia colimana*.

Este tipo de vegetación es de fácil regeneración y reproducción y ha tenido poco interés desde el punto de vista de la obtención de productos por la industria forestal tradicional. Se distribuye principalmente en laderas, debido a que casi la totalidad de los terrenos planos donde se distribuía originalmente ostentan actualmente cultivos agrícolas, frutícolas, ganadería, o vegetación secundaria.

#### IV.2.2.1.3. Estado de conservación

Un parámetro importante al momento de describir el factor de la vegetación es el estado de conservación que presenta la misma, siendo esta variable la que identifica el grado de perturbación de la cubierta vegetal natural, esto se puede observar en el siguiente cuadro a nivel del Sistema Ambiental Regional (SAR) de estudio y para la cubierta clasificada como vegetación forestal (13,015.148 ha). Encontrando que el 51.39% del área del SAR (25,323.994 ha) está cubierta por

vegetación forestal, siendo en **64.19%** de tipo secundaria, es decir, que ha sufrido algún tipo de deterioro, y el **35.81%** de tipo primaria, como se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla 95. Grado de perturbación de la Vegetación Natural en el SAR.**

ESTADO DE LA VEGETACIÓN	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Primario	4,660.99	35.81%
Secundario	8,354.16	64.19%
<b>Total</b>	<b>13,015.15</b>	<b>100.00%</b>

Esta clasificación de la afectación o perturbación de la vegetación y de acuerdo al INEGI 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.
- Vegetación secundaria: Es el estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente.

En cuanto al grado de perturbación o de afectación se refiere a la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada. La descripción de las fases es la siguiente:

- Arbórea: Se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas de herbácea y arbustiva. Según la antigüedad se pueden encontrar árboles formados por una sola especie o varias.
- Arbustiva: Se desarrolla transcurrido un tiempo corto después de la eliminación o perturbación de la vegetación original; en general están formadas por muchas especies.
- Herbácea: Se desarrolla inmediatamente después del desmonte original, durando de 1 a 2 años según el lugar.

En la tabla siguiente, se presenta el nivel de perturbación que tiene la vegetación en estado secundario, de acuerdo a la descripción anterior.

**Tabla 96. Nivel de perturbación de la vegetación secundaria.**

PERTURBACIÓN DE LA VEGETACIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Arbórea	1,107.96	13.26%
Arbustiva	7,246.20	86.74%
Herbácea	0,00	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>8,354.16</b>	<b>100</b>

Para el caso de la vegetación secundaria dentro del SAR, la serie VI (2017) de la carta de uso de suelo y vegetación elaborada por el INEGI, muestra que el **86.74%** corresponde a la vegetación secundaria arbustiva y el **13.26%** a vegetación secundaria en una fase arbórea, y existiendo una nula presencia de vegetación secundaria herbácea.

En la tabla siguiente se presenta el estado de conservación y el grado de la sucesión en que se encuentra la vegetación de Selva baja caducifolia que aún posee el SAR, la cual se encuentra en su totalidad con cierto grado de perturbación y de tipo secundario arbustiva y arbórea.



Tabla 97. Nivel de perturbación por tipo de vegetación.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUCESIÓN	GRADO*	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Selva baja caducifolia	Primario	-	0	0
	Secundario	Arbórea	817.121	10.37%
		Arbustiva	7,058.85	89.63%
<b>TOTAL</b>			<b>7,875.97</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Serie VI de INEGI

\*Esta variable solo se considera para la superficie que se encuentra como vegetación secundaria, de acuerdo a la serie VI (2017) del INEGI.

A continuación, se observa la figura en donde se percibe el estado de conservación de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional.

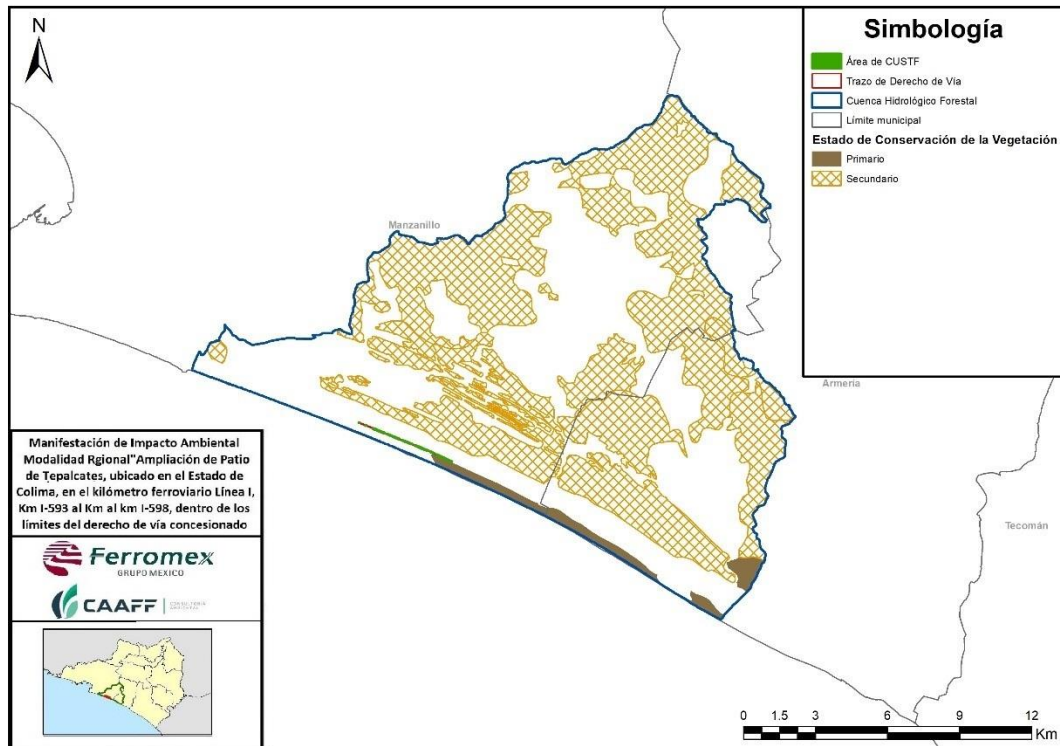


Figura 66. Estado de conservación de la vegetación en el SAR.



Figura 67. Ejemplo del estado de conservación del SAR.



#### IV.2.2.1.4. Estimación de los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos e índices de diversidad y similitud de especies

##### IV.2.2.1.4.1. Diseño de muestreo

###### \* Tipo de muestreo utilizado en el SAR y en el AP

Para determinar los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de los índices de diversidad y equidad por especies de flora en el SAR, se realizó un muestreo donde se tomó Información de campo mediante un sistema de muestreo aleatorio dentro de áreas con vegetación de **Selva baja caducifolia**, que para fines de análisis y comparación de estos estratos se calcularon las existencias por hectárea tipo; el análisis de diversidad del SAR será el punto de comparación para justificar que no se comprometerá la biodiversidad florística del área del proyecto.

Tabla 98. Sitios de muestreo en el SAR y en el AP.

TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA	NÚMERO DE SITIOS DE 450 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE SITIOS DE 100 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE SITIOS DE 1 M <sup>2</sup>
Selva baja caducifolia	AP	22	22	110
Selva baja caducifolia	SAR	22	22	110

###### \* Tamaño y forma de los sitios de muestreo

El tamaño y forma de los sitios de muestreo en inventarios forestales ha sido muy variable en todo el mundo, siendo de los más utilizados en nuestro país sitios de 1,000 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup>, tamaños que se utilizaron en el inventario forestal nacional de 1984 y que son de los más utilizados para la elaboración de programas de manejo forestal.

Para definir la forma y dimensiones de los sitios de muestreo de los sitios del SAR, se consideraron las mismas dimensiones y forma de los sitios levantados en el AP, los cuales debían coincidir con el derecho de vía, el cual cuenta con 35 m de ancho y una afectación de tipo lineal, por lo que los sitios ubicados en el AP se levantaron con las mismas dimensiones que las establecidas para el SAR.

El levantamiento de la información de campo se dividió en 4 estratos por sitio: arbórea (450 m<sup>2</sup>), la regeneración y juveniles (100 m<sup>2</sup>), arbustiva y cactácea (100 m<sup>2</sup>), y herbácea (1m<sup>2</sup>), debido a que el tipo de vegetación en análisis es de **Selva baja caducifolia**, por su **fisionomía algunos estratos no presentan registro ni abundancia alguna de especies.**

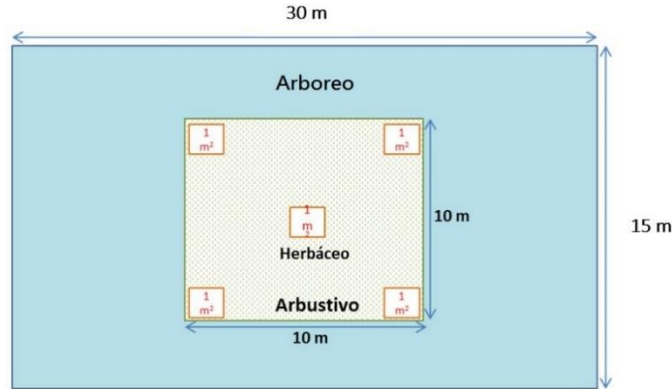


Figura 68. Forma y tamaño de los sitios levantados.

De acuerdo a lo anterior, para el muestreo de la flora, se utilizaron sitios rectangulares de 450 m<sup>2</sup> para identificar las especies del estrato arbóreo, a su vez se delimitó un sub-sitio de 100 metros cuadrados al centro del sitio de 450 m<sup>2</sup> para contabilizar las especies del estrato arbustivo, regeneración y cactáceas, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y 5 subsitios de 1 m<sup>2</sup> para contabilizar las especies del estrato herbáceo, como se observa en la figura anterior.

Las dimensiones del estrato herbáceo se consideraron las dimensiones utilizadas en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, re-muestreo 2011, CONAFOR). En este mismo manual del Inventario utilizan sitios cuadrados de 10 x 10 metros para el estrato arbustivo, siendo para nuestro caso las mismas dimensiones.

La intensidad de muestreo está definida como la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = (n/N)100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

n = Número de unidades de la muestra

N = Número de unidades de toda la población

Por lo tanto, la intensidad de muestreo para cada tipo de vegetación y por cada estrato en el área del SAR se obtuvo de la siguiente forma:

$$f = (\text{Sup. total muestreada por tipo de veg.} / \text{superficie total por tipo de vegetación}) \times 100$$

En referencia a la superficie muestreada, se presenta el número de sitios divididos por tipo de vegetación y por estrato, superficie muestreada y porcentaje respecto a la superficie total del tipo de vegetación que corresponde dentro del SAR.

Tabla 99. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato en el área del SAR con respecto a la vegetación total en el SAR.

VEGETACIÓN	FORMA DE VIDA	NUMERO DE SITIOS	DIMENSIÓN DEL SITIO DE MUESTREO (M <sup>2</sup> .)	SUPERFICIE MUESTREADA TOTAL (HA.)	SUPERFICIE DE VEGETACIÓN FORESTAL EN EL SAR (HA)*	% RESPECTO A LA SUPERFICIE POR TIPO DE VEGETACIÓN EN EL SAR.
Selva baja caducifolia	Arbóreo	22	450	0.99	7,875.97	0.013%
	Regeneración		100	0.22		0.003%
	Arbustivo		100	0.22		0.003%
	Cactáceo		100	0.22		0.003%
	Herbáceo	110	1	0.011		0.00014%

\*se consideró la superficie de la vegetación de selva baja secundaria la única existente dentro del SAR, condiciones de la vegetación similares a la observada en el área del proyecto.

Como era de esperarse, la intensidad del muestreo en el SAR, considerando la superficie total que le corresponde a Selva baja caducifolia, resultan valores muy bajos, sin embargo, el objetivo del muestreo de flora en el SAR es hacer un análisis que sea comparable con el área del proyecto y que las especies se encuentren representadas dentro del SAR con el fin de que no se vean mayormente afectadas las especies de flora presentes en los polígonos del AP. En este sentido, el tamaño de muestra del SAR se definió con base al mismo tamaño de la muestra dentro del área del proyecto.

**\* Tamaño de muestra para el SAR**

Para poder hacer un análisis comparativo de la biodiversidad que se encuentra en el sistema ambiental regional y el área del proyecto, se usó el mismo tamaño de muestra para lo cual se realizaron 22 sitios distribuidos en el tipo de vegetación de SBC. El tamaño de la muestra se calculó utilizando la curva de acumulación de especies del área del proyecto.

**\* Tamaño de muestra para el AP**

Para determinar el tamaño de muestra del área del proyecto, se usó la curva de acumulación de especies, la cual representa gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo. Las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada. (Moreno & Halffter, 2000).

Las curvas de acumulación de especies requieren de un procedimiento de ajuste mediante modelos que permitan la obtención de la pendiente y la asíntota, previamente se realiza un proceso de aleatorización (100 veces) y suavizado de los datos obtenidos en campo, mediante el programa *EstimateS versión 9.1.*, aunado a la obtención de los valores de estimadores no paramétricos, tales como Chao1, Chao2, ACE, Jackknife, Bootstrap, entre otros, con objeto de poder establecer un

comparativo entre la riqueza observada y la estimada. Se obtuvo las curvas de acumulación y riqueza de especies, para todos los estratos encontrados en el tipo de vegetación de **selva baja caducifolia (SBC)**, (estratos: Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo) sin extrapolación en alguno de los estratos, para este tipo de vegetación. Lo anterior, con objeto de conocer el comportamiento de curva y establecer el momento de la asíntota de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Es importante señalar que los estratos rosetófilos, cactáceo y epífitas, presentan una riqueza de especies baja mismos que fueron integrados en el estrato arbustivo para su análisis, dado que no se trata de comunidades vegetales de dominancia fisionómica en el tipo de vegetación en análisis (selva baja caducifolia).

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas para cada estrato en el área del proyecto, así como las curvas que muestran el comparativo de los valores referentes a la riqueza de especies, obtenidos mediante los modelos no paramétricos, utilizando la fórmula bias-corrected y modelo tradicional. Estas gráficas nos permiten analizar que tanto nos aproximamos a la riqueza de especies teórica.

Posteriormente, se presentan los datos obtenidos ajustados considerando el modelo exponencial negativo establecido por Soberón-Mainero & Llorente-Bousquets (1993) o el de Clench, mencionados por Ávalos-Hernández (2007), y que a continuación se describen:

**Modelo de Soberón & Llorente:**  $S_{(n)} = (a/b) * (1 - \exp(-b * n))$

**MODELO Clench:**  $S_{(n)} = (a * n) / (1 + (b * n))$

Cuando el ajuste con los modelos anteriores presenta una **R** baja, se realiza el procedimiento anteriormente descrito, con los modelos logarítmico y asintótico, los cuales se describen a continuación

**MODELO logarítmico:**  $S_{(n)} = (1 / (1 - \exp(-b))) * (\text{Log}(1 + (1 - \exp(-b)) * a * n))$

**MODELO asintótico:**  $S_{(n)} = n / (a + (b * n))$

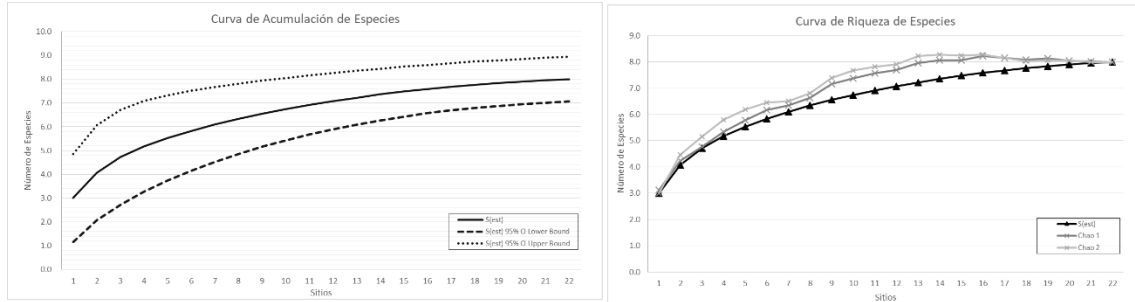
Derivado de lo anterior, se incorpora al estudio el que presente una mayor **R**, en todos los casos, se utiliza el método de estimación simplex and quasi-newton, como lo recomienda Jiménez-Valverde & Hortal (2003)<sup>11</sup>.

---

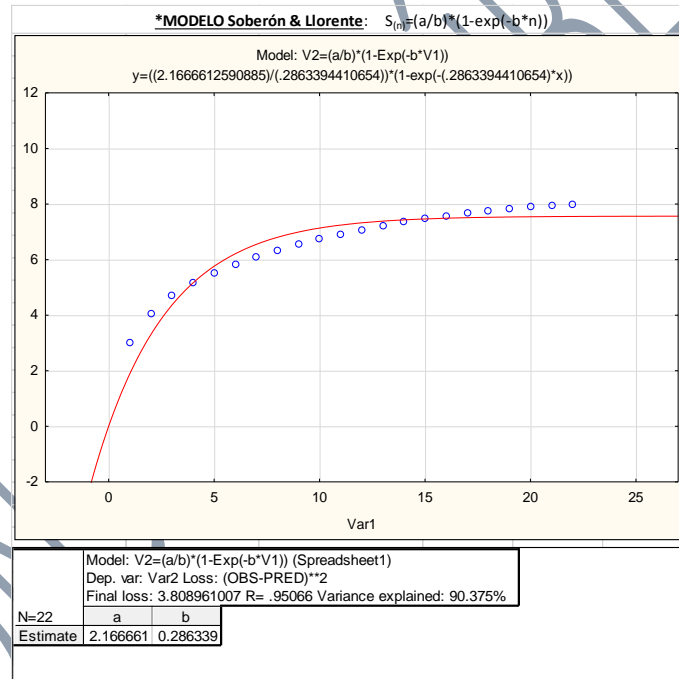
<sup>11</sup> Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revta. Ibér. Aracnol.*, 8: 151-161.

**Estrato arbóreo**

Curva de acumulación y riqueza de especies



**Figura 69. Grafica de curvas de acumulación total de especies y comparativo de estimadores de riqueza del estrato arbóreo.**



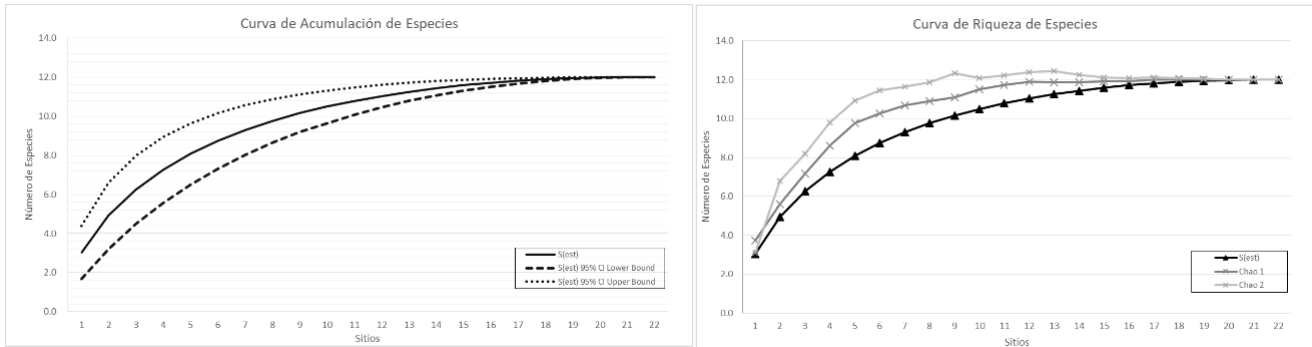
**Figura 70. Curva de acumulación de especies ajustada del estrato arbóreo.**

De acuerdo a la figura 43, de acuerdo al muestreo realizado se logró el registro de **8 especies** con un total de **22 sitios**; en comparativa con los estimadores no paramétricos Chao1 y Chao2 (figura 42), riqueza teórica es coincidente con **8 especies**, ambos estimadores presentan un valor asintótico desde el **sitio 13** de muestreo, estabilizando la curva finalmente en el **sitio 20** de muestreo, a lo que se considera que el muestreo logró el registro de las especies que los estimadores proyectan para el estrato. Posteriormente se realizó ajuste de los datos mediante el modelo de Soberón & Llorente (Figura ), obteniéndose una pendiente de la curva de **0.0040**, cumpliéndose lo descrito por J. Hortal & J. M. Lobo (no publicado) citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), quien menciona que cuando la pendiente es **menor 0.1**, es

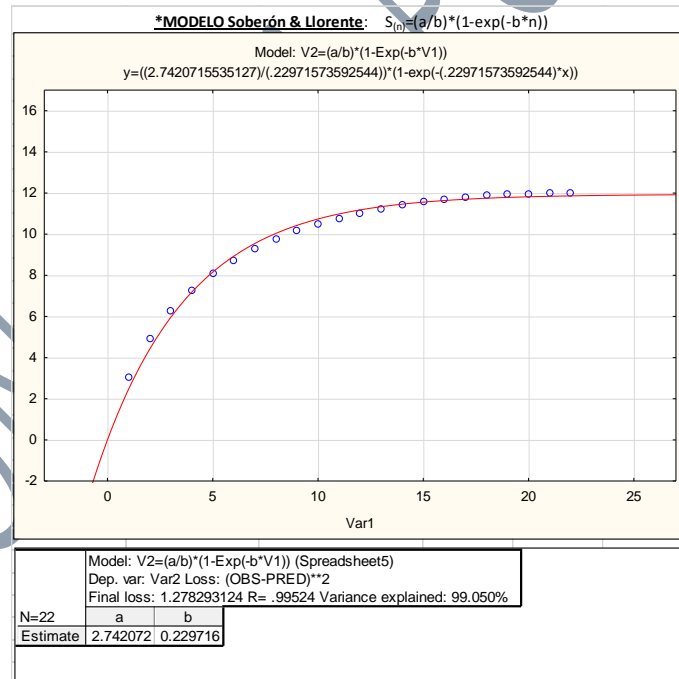
muestreo puede considerarse fiable, además, el modelo estima un riqueza de **7.6 especies**, mientras que la riqueza por parte de muestreo fue mayor (**8 especies**). Con base a lo anterior, de acuerdo al inventario realizado este registra la estructura y carácter del estrato arbustivo en el área del proyecto.

### Estrato Arbustivo

#### Curva de acumulación y riqueza de especies



**Figura 71. Graficas de curvas de acumulación total de especies y comparativo de estimadores de riqueza del estrato arbustivo.**



**Figura 72. Curva de acumulación de especies ajustada del estrato arbustivo.**

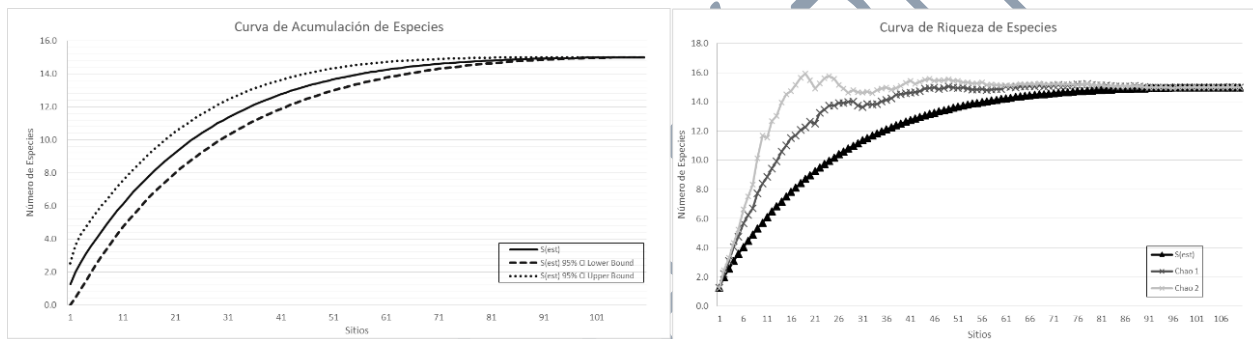
Como se aprecia en la Figura , el muestreo realizado con **22 sitios** en el estrato arbustivo correspondiente al área del proyecto permitió el registro de una riqueza de **12 especies**; en contraste con los estimadores no paramétricos Chao1 y Chao2 el registro de las especies durante el muestreo es coincidente con la riqueza teórica de ambos, ya que estos **conducen** con una riqueza de **12 especies**, logrando un comportamiento asintótico en su curva con dicho valor, Chao1 desde el sitio



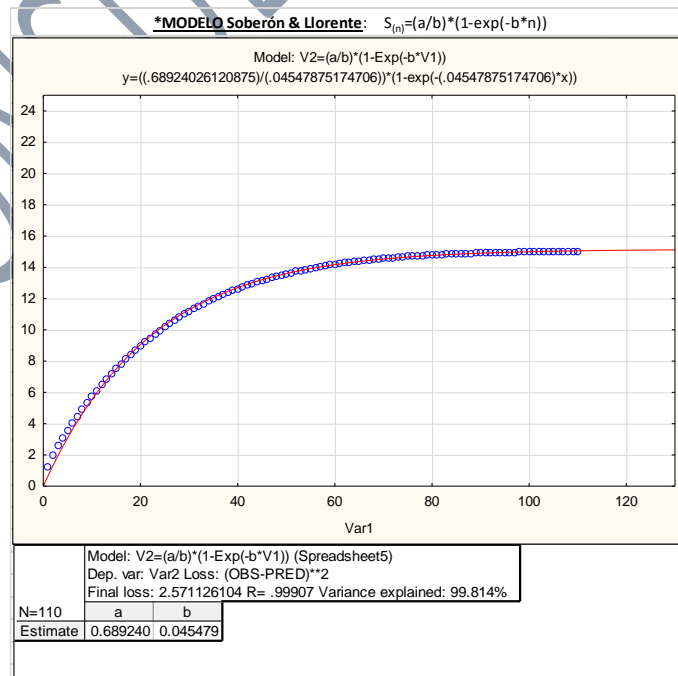
17 y Chao 2 desde el sitio de muestreo 20. En este caso, el ajuste de los datos se llevó a cabo con base al modelo de Soberón & Llorente (Figura ), obteniéndose una pendiente de la curva de **0.0175**, de acuerdo a J. Hortal & J. M. Lobo (no publicado) citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), mencionan que un inventario es fiable cuando la pendiente es **menor a 0.1**, dicha afirmación coincidente con el valor de la pendiente obtenido del nuestro muestreo realizado, además, el modelo establece una asíntota de la curva en una riqueza de **11.9 especies**, a lo que el registro con base al muestreo es de **12 especies**, se puede concluir que el esfuerzo de muestreo realizado comprende la diversidad de especies arbustivas en el área del proyecto, logrando así describir la estructura biótica actual del estrato.

**Estrato Herbáceo**

Curva de acumulación y riqueza de especies



**Figura 73. Grafica de curvas de acumulación total de especies y comparativo de estimadores de riqueza del estrato herbáceo.**



**Figura 74. Curva de acumulación de especies ajustada del estrato herbáceo.**

Por nuestra parte el muestreo realizado en el estrato herbáceo correspondiente al área del proyecto es de 110 sitios, con lo cual se obtuvo una riqueza de **13 especies**, así mismo, la riqueza teórica de los estimadores Chao1 y Chao2 son **coincidentes** logrando ambos la asíntota de su curva con dicho valor (13 especies), el estimador **cumple** con lo anterior desde el sitio 65 y Chao2 lo hace desde sitio número 70, lo cual indica que conforme se aumenta el esfuerzo de muestreo (sitios) **no se** presenta la adición de especies nuevas, es decir, por parte del muestreo realizado se logró el registró de la riqueza de especies herbáceas existente en el medio natural; lo anterior se puede apreciar en la Figura . Posteriormente los datos se trataron mediante el modelo de Soberón & Llorente (Figura ), obteniéndose la curva ajustada la cual presenta una pendiente al final de **0.0008**, cumpliendo lo dicho por a J. Hortal & J. M. Lobo (no publicado) citados por Jiménez-Valverde & Hortal (2003), el muestreo se considera fiable, ya que la pendiente es **menor 0.1**, en afirmación a lo anterior, la curva ajustada estima una riqueza de **13 especies**, valor similar al registrado con el muestreo realizado, por lo que se concluye que el inventario registra la flora herbácea existente logrando describir la estructura vegetal del estrato.

En referencia a la superficie muestreada, se presenta el número de sitios divididos por por estrato, superficie muestreada y porcentaje respecto a la superficie total del tipo de vegetación que corresponde dentro del área del proyecto.

Tabla 100. Intensidad de muestreo por tipo de vegetación y por estrato con respecto a la vegetación total del área del proyecto.

VEGETACIÓN	ESTRATO	NUMERO DE SITIOS	DIMENSIÓN DEL SITIO DE MUESTREO (M².)	SUPERFICIE MUESTREADA TOTAL (HA.)	SUPERFICIE DE VEGETACIÓN FORESTAL (HA)	% RESPECTO A LA SUPERFICIE POR TIPO DE VEGETACIÓN.
Selva baja caducifolia	Arbóreo	22	450	0.99	8.7004	11.38%
	Regeneración		100	0.22		2.52%
	Arbustivo		100	0.22		2.52%
	Herbáceo	110	1	0.011		0.126%

El proceso del inventario forestal en el sitio comenzó con datos ecológicos y dasométricos del lugar, identificando principalmente la especie, diámetro del follaje o copa, diámetro normal y altura total de los individuos, así como las condiciones ecológicas más importantes del sitio.

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los sitios de muestreo en el área del proyecto, y en el ANEXO I se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo.

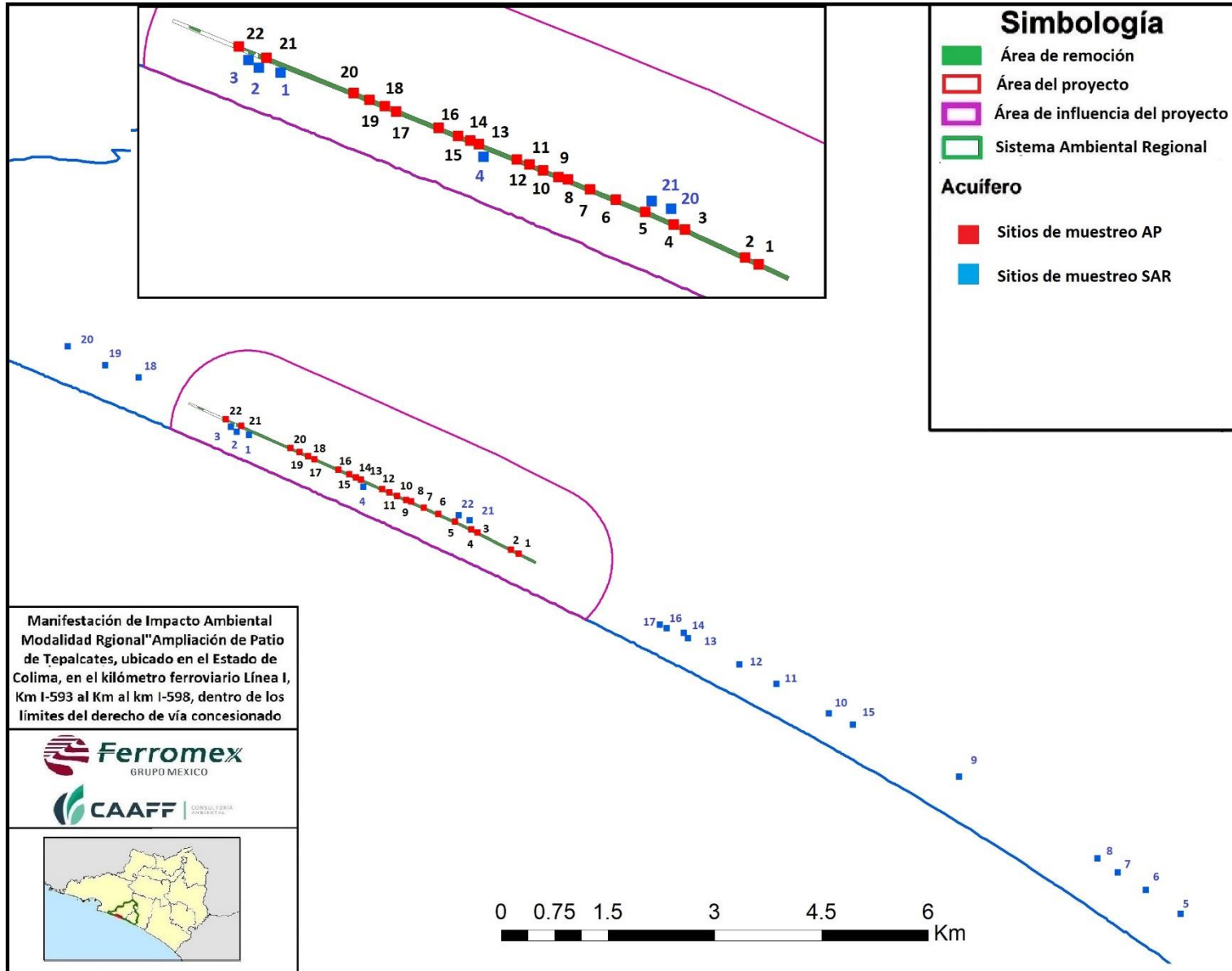


Figura 75. Mapa de sitios de muestreo de vegetación en el Sistema ambiental regional y AP.

#### IV.2.2.1.4.2. Variables evaluadas

Las variables que fueron evaluadas para el estrato **arbóreo y arbustivo** son las siguientes: número de individuos, diámetro (cm) basal, diámetro (altura 1.30), altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E-W). Con base en esta información y al uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes por cada tipo de vegetación, densidad, frecuencia y promedio de cobertura (promedio de diámetro de copa 1 y diámetro de copa 2), así mismo se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de equitatividad de Pielou.

Para el caso del estrato **herbáceo**, se analizaron dos variables; el número de individuos por especie y la cobertura de copa (dominancia), dicha información fue suficiente para poder realizar los cálculos de riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon- Wiener e índice de Equidad de Pielou.

En el caso de los **bejucos**, se presentaron pocas especies y se integraron en el estrato **arbustivo**, para realizar los análisis correspondientes con la finalidad de obtener resultados más apreciables en el cálculo del IVIE de acuerdo con el tamaño y morfología de las especies; para cada una de las especies fueron evaluadas las siguientes variables: número de individuos, diámetro basal (cm), altura (m), diámetro de copa 1 (N-S) y diámetro de copa 2 (E-W).



Figura 76. a) Delimitación del sitio. b) Delimitación de las esquinas, c) Toma de la coordenada central del sitio. d) Toma del diámetro normal.



#### IV.2.2.1.4.3. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del AP y del SAR, fueron capturados en hojas de cálculo Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices que a continuación se presentan.

#### IV.2.2.1.4.4. Cálculo y análisis del índice de valor de importancia ecológica en el sistema ambiental regional y área del proyecto

##### IV.2.2.1.4.4.1. Metodología utilizada

El índice de valor de importancia ecológico (**IVIE**) es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad. Este valor es resultado de la suma de la **Densidad relativa (Dr)**, **Dominancia Relativa (DR)**, y la **Frecuencia Relativa (FR)**, siendo 300% el valor máximo (considerando que cada parámetro suma un 100%); mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes (House P., *et. al.* 2006).

Los parámetros necesarios para el cálculo del **IVIE** se describe en la siguiente tabla.

Tabla 101. Listado de parámetros ecológicos para las comunidades vegetales en el SAR y AP.

PARÁMETROS	ESTRATOS	
	ARBUSTIVO	HERBÁCEO
<b>Densidad</b>	Número de individuos por unidad de superficie.	Número de individuos por unidad de superficie. <b>Pastos:</b> número de macollos de cada especie por unidad de superficie.
<b>Densidad relativa</b>	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100.	(Individuos de una especie / total de individuos) X 100. Pastos: (Número de macollos de una especie/total de individuos) x 100.
<b>Frecuencia</b>	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras	Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.
<b>Frecuencia relativa</b>	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.	Frecuencia de una especie/ Frecuencia total de las especies x 100.
<b>Dominancia</b>	Dominancia en estructura horizontal: cobertura de copa de cada especie por unidad de superficie.	Dominancia en estructura vertical: Altura promedio de cada especie.
<b>Dominancia relativa</b>	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.	(Dominancia de una especie / Dominancia de todas las especies) X 100.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo del **IVIE** por estratos por tipos de vegetación y por estratos; cabe mencionar que el **IVIE** se expresó en una escala del 0 al 100 % para una mejor interpretación de los valores obtenidos. Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (**ANEXOS I y J**).

IV.2.2.1.4.4.2. Resultados y análisis para el Sistema ambiental regional (SAR)

**Selva Baja Caducifolia (SBC).**

**\* Resultados del muestreo**

Como resultado del muestreo en el Sistema Ambiental Regional se obtuvo el listado general de flora. En el total de sitios muestreados se identificaron **51 especies** dentro de los tres estratos que se encontraron en el SAR, esto para la vegetación muestreada de Selva baja caducifolia, mismas que se presentan en la lista siguiente:

Tabla 102. Listado de especies de flora registradas en el muestreo del SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
<b>Arbóreo</b>					
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	No incluida	No incluida	
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	No incluida	No incluida	
3	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	No incluida	No incluida	
4	Palma de coco	<i>Coco nucifera</i>	No incluida	No incluida	Exótica
5	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	No incluida	No incluida	Endémica
6	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	No incluida	No incluida	
7	Palo acanalado	<i>Cupania glabra</i>	No incluida	No incluida	
8	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	No incluida	No incluida	
9	Cacanahual	<i>Gliricidia sepium</i>	No incluida	No incluida	Endémica
10	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No incluida	No incluida	
11	Mango	<i>Mangifera indica</i>	No incluida	No incluida	
12	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	No incluida	No incluida	
13	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	No incluida	No incluida	
14	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	No incluida	No incluida	
15	Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>	No incluida	No incluida	Endémica
16	Amatillo capulín	<i>Sapium lateriflorum</i>	No incluida	No incluida	
17	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	No incluida	No incluida	
18	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>	No incluida	No incluida	
19	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	No incluida	No incluida	Exótica
<b>Arbustivo</b>					
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	No incluida	No incluida	
2	Guamora	<i>Bromelia pinguin</i>	No incluida	No incluida	
3	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	No incluida	No incluida	Endémica
4	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	No incluida	No incluida	
5	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	No incluida	No incluida	
6	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	No incluida	No incluida	
7	Bejuco cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
8	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	No incluida	No incluida	
9	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	No incluida	No incluida	Endémica
10	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	No incluida	No incluida	
11	Otatillo	<i>Lasiacis divaricata</i>	No incluida	No incluida	
12	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	No incluida	No incluida	Endémica
13	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	No incluida	No incluida	
14	Retama	<i>Senna obtusifolia</i>	No incluida	No incluida	
15	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	No incluida	No incluida	
16	Bejuco 3 costillas	<i>Serjania triquetra</i>	No incluida	No incluida	
17	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	No incluida	No incluida	
<b>Herbáceo</b>					
1	Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>	No incluida	No incluida	



NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
2	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	No incluida	No incluida	Exótica
3	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	No incluida	No incluida	Exótica
4	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	No incluida	No incluida	
5	Hierva de la golondrina	<i>Euphorbia brasiliensis</i>	No incluida	No incluida	
6	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	No incluida	No incluida	Exótica
7	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	No incluida	No incluida	Exótica
8	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	No incluida	No incluida	Exótica
9	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	No incluida	No incluida	
10	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	No incluida	No incluida	
11	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	No incluida	No incluida	
12	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	No incluida	No incluida	
13	Guinar	<i>Sida glabra</i>	No incluida	No incluida	
14	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	No incluida	No incluida	
15	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	No incluida	No incluida	

**\* Riqueza y abundancia de especies**

La riqueza es igual al número de especies encontradas por cada estrato, asimismo la abundancia es definida como el número de individuos encontrados por cada especie. Por otro lado la “**Abundancia relativa**”, se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A<sub>total</sub> = Número Total de individuos de todas las especies

De acuerdo con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos de riqueza y abundancia relativa de las especies en los diferentes estratos. Cabe mencionar que para el estrato arbóreo se cuantificaron los individuos cuyas dimensiones no alcanzan los valores de diámetro y altura mínimos para considerarse como especies adultas, por lo tanto, se consideran como especies de regeneración. Por cuestiones prácticas, los datos correspondientes a estas últimas se levantaron en sitios de 100 m<sup>2</sup>, por lo que para realizar el conteo total de individuos en el estrato arbóreo se hizo una estimación de la cantidad de individuos de renuevo que teóricamente habría en un sitio de 450 m<sup>2</sup> a partir de la información registrada en campo; por consiguiente, el valor de abundancia se compone de la sumatoria de los individuos de las especies adultas en adición con los individuos de regeneración. La memoria de cálculo forma parte de los anexos.

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo por estrato para la vegetación de Selva baja caducifolia.

## Estrato Arbóreo

Tabla 103. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	56	2.36%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	169	7.12%
3	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	2	0.08%
4	Palma de coco	<i>Coco nucifera</i>	3	0.13%
5	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	206	8.67%
6	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	1,400	58.95%
7	Palo acanalado	<i>Cupania glabra</i>	187	7.87%
8	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	9	0.38%
9	Cacahual	<i>Gliricidia sepium</i>	10	0.42%
10	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	129	5.43%
11	Mango	<i>Mangifera indica</i>	25	1.05%
12	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	68	2.86%
13	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	29	1.22%
14	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	4	0.17%
15	Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>	26	1.09%
16	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	9	0.38%
17	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	10	0.42%
18	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>	23	0.97%
19	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	10	0.42%
<b>TOTAL</b>			<b>2,375</b>	<b>100.00%</b>

Con un total de 19 especies identificadas y 2,375 individuos/ha en el estrato arbóreo, se le atribuye como la especie más abundante a *Crateva tapia* con 1,400 individuos/ha, la cual representa el 58.95% de la comunidad arborea, mientras que el resto de las especies por si solas presentan una abundancia relativa menor a 9.00%: siendo las especies menos abundantes del estrato *Citrus aurantifolia* con 2 ind/ha (0.08%), *Coco nucifera* con 3 ind/ha (0.13 %) y *Prosopis juliflora* con 4 ind/ha (0.17%).

La especie *Crateva tapia*, alcanza un tamaño de 2 - 25 m de alto, con corona de hasta 20 m de diámetro, corteza opaca, café claro a gris, completamente glabro. Sus folíolos presentan una forma amplia a angostamente elípticos a ampliamente ovados u obovado - elípticos. Inflorescencias terminales en las ramas frondosas nuevas, flores en número de 30 - 120, pero sólo 10 - 20 florecen al mismo tiempo. El fruto es una baya globosa a oblonga u ovoide, 4 - 9 cm de largo y 3.5 - 6.5 cm de ancho, tornando al amarillo a anaranjado o rosado, pericarpo 4 - 6 mm cuando inmaduro y 1 - 2 mm cuando maduro, llena de una pulpa carnosa. Es una especie común en bosques secos y áreas perturbadas de suelos arenosos, en todas las zonas; a una altitud de 0 - 500 m, y es ampliamente distribuida desde el oeste de México hasta la Amazonia.

## Estrato Arbustivo

Tabla 104. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	14	0.32%
2	Guamora	<i>Bromelia pinguin</i>	23	0.53%
3	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	23	0.53%
4	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	205	4.69%
5	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	400	9.15%
6	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	28	0.64%
7	Bejuco cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	23	0.53%
8	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	19	0.43%
9	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	1,187	27.16%
10	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	14	0.32%
11	Otatillo	<i>Lasiacis divaricata</i>	50	1.14%
12	Crucillo	<i>Randia tetraantha</i>	41	0.94%
13	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	1,696	38.80%
14	Retama	<i>Senna obtusifolia</i>	19	0.43%
15	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	541	12.38%
16	Bejuco 3 costillas	<i>Serjania triquetra</i>	10	0.23%
17	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	78	1.78%
<b>TOTAL</b>			<b>4,371</b>	<b>100.00%</b>

Las condiciones climáticas del SAR benefician al desarrollo de plantas tolerantes a las fluctuaciones extremas de precipitación, humedad y temperatura, tal es el caso de las plantas clasificadas como arbustos, las cuales tienden a desarrollarse en este tipo de clima, por ello, en el SAR, en comparación a las identificadas en el estrato arbóreo se presenta una menor diversidad de especies un total 17 y una abundancia total de 2,375 individuos/ha. En este estrato la especie más abundante es *Scaevola plumieri* con 1,696 ind/ha registrados (38.80%), seguida de *Hyperbaena ilicifolia* con 1,187 individuos/ha (27.16%), en conjunto ambas especies representan el 65.96% de la abundancia relativa total del estrato, por lo que se consideran las especies dominantes del estrato. Las tres especies más abundantes del estrato perciben el 37.43% de la abundancia relativa total. Las especies restantes poseen una abundancia relativa por debajo del 13.00% cada una, siendo el valor más bajo del estrato de 0.23% que corresponde a una abundancia de 10 ind/ha, por parte de la especie *Serjania triquetra*, otras especies menos abundantes del estrato son: *Amphilophium crucigerum* (0.32%), *Lantana hirta* (0.32%), *Gouania lupuloides* (0.43%) y *Senna obtusifolia* (0.43%).

*Scaevola plumieri* es un arbusto perenne ramificado, que tiene hojas suculentas sin pelo en las puntas de sus ramas, que comúnmente desprenden sus hojas debajo de las puntas para dejar cicatrices en los tallos de color verde amarillento. Las axilas de las hojas pueden tener pelos sedosos dispersos o ninguno, y las hojas son sin tallo (sésiles) o con un tallo alado, obovado, de 5 - 11 cm, largo, 2 - 7 cm. amplio y de bordes lisos. Hay 2 - 4 pares de venas laterales que no se ven fácilmente. La inflorescencia es una serie de cimbras en las axilas con una a siete flores sin tallo. La corola es blanca o verdosa con un tubo de 10 - 12 mm de largo, 3 mm de ancho y lleno de pelos en el interior. El fruto es carnoso y

color azul o negro, de 10 a 15 mm de diámetro. Las semillas no se dispersan del fruto. Habita en dunas costeras.

### Estrato Herbáceo

Tabla 105. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>	182	0.93%
2	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	1,000	5.09%
3	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	728	3.71%
4	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	546	2.78%
5	Hierva de la golondrina	<i>Euphorbia brasiliensis</i>	182	0.93%
6	Pasto guinea	<i>Megathyrsus maximus</i>	546	2.78%
7	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	364	1.85%
8	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	12,182	62.02%
9	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	910	4.63%
10	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	455	2.32%
11	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	364	1.85%
12	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	455	2.32%
13	Guinar	<i>Sida glabra</i>	728	3.71%
14	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	455	2.32%
15	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	546	2.78%
<b>TOTAL</b>			<b>19,643</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 15 especies, siendo el estrato con el menor número de especies identificadas en los sitios de muestreo de flora del SAR, y un total de 19,643 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Panicum maximum* es la más abundante del estrato con 12,182 individuos/ha, constituyendo el 62.02% de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 6.00%, siendo el valor más bajo percibido de 0.93% que corresponde a 182 ind/ha, esto por parte de dos especies *Amaranthus spinosus* y *Euphorbia brasiliensis*.

*Panicum maximum* es una gramínea perenne rizomatosa, de la familia de las poáceas; de porte alto, desarrolla principalmente en macollos aisladas, que pueden alcanzar hasta 3 m de altura. La inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales. Cuenta con un amplio rango de adaptación desde el nivel del mar hasta los 1,800 msnm, crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran sistema radicular.

**Otros tipos de vegetación en el Sistema ambiental regional (SAR).**

Adicionalmente a la vegetación que será afectada (SBC), se realizaron sitios de muestreo en diferentes tipos de vegetación para conocer las especies presentes en el SAR, encontrando lo siguiente:

**\* Vegetación Halófila Hidrófila**

Este tipo de vegetación lo constituyen comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes en litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas) que reciben aportación de agua salina; en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad.

Generalmente la vegetación halófila-hidrófila está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas, pero puede estar constituida por elementos arbustivos como los del género *Atriplex*. Especies comunes de este tipo de vegetación son: *Batis maritima* (vidrillo), *Frankenia spp.* (Hierba reuma), *Atriplex spp.* (chamizo), y diversos pastos marinos como *Zostera marina* y *Spartina foliosa*.

Para este tipo de vegetación se realizaron un total de 2 sitios de muestreo los cuales nos arrojan los siguientes datos:

**Estrato Arbóreo**

Tabla 106. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación halófila hidrófila en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	11	1.1%
2	Cuachalate	<i>Amphipterygium adstringens</i>	33	3.4%
3	Papelillo verde	<i>Bursera odorata</i>	11	1.1%
4	Tamborcillo	<i>Cordia dentata</i>	67	6.8%
5	Guayacan	<i>Guaiacum coulteri</i>	22	2.3%
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11	1.1%
7	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	256	26.1%
8	Crucillo cimarron	<i>Randia aculeata</i>	411	42.0%
9	Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	156	15.9%
<b>TOTAL</b>			<b>978</b>	<b>100.00%</b>

Con un total de 9 especies identificadas y 978 individuos/ha en el estrato arbóreo, se le atribuye como la especie más abundante a *Randia aculeata* con 411 individuos/ha, la cual representa el 42.0% de la comunidad arborea, mientras que el resto de las especies por si solas presentan una abundancia relativa menor a 20.00%: siendo las especies menos abundantes del estrato *Acacia hindsii* y *Guazuma ulmifolia* con 11 ind/ha (0.13 %) respectivamente.

*Randia aculeata* es un arbusto que alcanza un tamaño de hasta 4 m de alto, glabro a pubérulo, generalmente armado con espinas apareadas, de 6–15 mm de largo. Hojas generalmente apareadas en nudos separados o agrupadas en espolones, elípticas a oblanceoladas, de 1–6 cm de largo y 0.5–3 cm de ancho, el ápice obtuso, base cuneada a aguda y atenuada, papiráceas, con nervios secundarios 4–6 pares; subsésiles; estípulas caducas, 1–1.5 mm de largo. Flores terminales en espolones, subsésiles, las estaminadas solitarias o fasciculadas, las pistiladas solitarias; limbo calicino de 1 mm de largo, 5-lobado; corola glabra, excepto vellosa en la garganta, tubo 4–8 mm de largo, lobos 5, 4–5 mm de largo. Frutos globosos, 0.8–1.5 cm de diámetro, lisos, glabros, verde pálido a blanquecinos o amarillentos.

### Estrato Arbustivo

Tabla 107. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación halófila hidrófila en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	<i>Corona de cristo</i>	<i>Achatocarpus gracilis</i> H. Walt.	950	11.0%
2	<i>Bejuco tripa de vaca</i>	<i>Cissus microcarpa</i>	150	1.7%
3	<i>Quemadora palmeada</i>	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	450	5.2%
4	<i>Tasajo (pitajaya)</i>	<i>Hylocereus ocamponis</i>	2450	28.3%
5	<i>Nopal espina blanca</i>	<i>Opuntia fuliginosa</i>	450	5.2%
6	<i>Bejuco costero</i>	<i>Scaevola plumieri</i>	4200	48.6%
<b>TOTAL</b>			<b>8,650</b>	<b>100.00%</b>

Las condiciones climáticas del SAR benefician al desarrollo de plantas tolerantes a las fluctuaciones extremas de precipitación, humedad y temperatura, tal es el caso de las plantas clasificadas como arbustos, la cuales tienden a desarrollarse en este tipo de clima, por ello, en el SAR, en comparación a las identificadas en el estrato arbóreo se presenta una menor diversidad de especies un total 6 y una abundancia total de 8,650 individuos/ha. En este estrato la especie más abundante es *Scaevola plumieri* con 4,200 ind/ha registrados (48.60%), seguida de *Hylocereus ocamponis* con 2,450 individuos/ha (28.30%), en conjunto ambas especies representan el 76.90% de la abundancia relativa total del estrato, por lo que se consideran las especies dominantes del estrato. Las especies restantes poseen una abundancia relativa por debajo del 11.00% cada una, siendo el valor más bajo del estrato de 1.70% que corresponde a una abundancia de 150 ind/ha, por parte de la especie *Cissus microcarpa*, otras especies menos abundantes del estrato son: *Cnidoscolus multilobus* (5.20%) y *Opuntia fuliginosa* (5.20%).

*Scaevola plumieri* es un arbusto perenne ramificado, que tiene hojas suculentas sin pelo en las puntas de sus ramas, que comúnmente desprenden sus hojas debajo de las puntas para dejar cicatrices en los tallos de color verde amarillento. Las axilas de las hojas pueden tener pelos sedosos dispersos o ninguno, y las hojas son sin tallo (sésiles) o con un tallo alado, obovado, de 5 - 11 cm, largo, 2 - 7 cm. amplio y de bordes lisos. Hay 2 - 4 pares de venas laterales que no se ven fácilmente. La inflorescencia es una serie de cimbras en las axilas con una a siete flores sin tallo. La corola es blanca o verdosa con



un tubo de 10 - 12 mm de largo, 3 mm de amplio y lleno de pelos en el interior. El fruto es carnoso y color azul o negro, de 10 a 15 mm de diámetro. Las semillas no se dispersan del fruto. Habita en dunas costeras.

### Estrato Herbáceo

Tabla 108. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación halófila hidrófila en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	<i>Romerillo salado</i>	<i>Batis maritima</i>	4667	21.9%
2	<i>Candelabro blanco</i>	<i>Parthenium hysterophorus</i>	7333	34.4%
3	<i>Acapan</i>	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	1333	6.3%
4	<i>Verdolaga de sal</i>	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	8000	37.5%
<b>TOTAL</b>			<b>21,333</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 4 especies, siendo el estrato con el menor número de especies identificadas en los sitios de muestreo de flora del SAR, y un total de 21,333 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Sesuvium portulacastrum* es la más abundante del estrato con 8,000 individuos/ha, constituyendo el 37.5% de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 30.00%, siendo el valor más bajo percibido de 6.3% que corresponde a 1,333 ind/ha, esto por parte de *Pseudabutilon ellipticum*.

*Sesuvium portulacastrum* crece como una hierba perenne que alcanza hasta 30 centímetros de altura, con tallos gruesos y suaves de hasta 1 metro de largo. Tiene las hojas carnosas y suaves, de color verde brillante y son lineales o lanceoladas, de 10 a 70 milímetros de largo y 2.15 milímetros de ancho. Las flores son de color rosa o púrpura.

#### \* Selva Mediana Subcaducifolia

Se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, la precipitación anual oscila entre 1 000 y 1 250 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6°C, con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Los climas en los que prospera son los Am más secos y preferentemente los Aw. Se localiza entre los 150 y 1 250m de altitud. El material parental que sustenta a este tipo de vegetación está constituido por rocas basálticas o graníticas y afloramientos de calizas que dan origen a suelos oscuros, muy someros, con abundantes rocas o bien en suelos grisáceos arenosos y profundos. Los valores de pH son francamente ácidos o cercanos a la neutralidad, aunque sin llegar a 7.

Este tipo de selva presenta en las zonas de su máximo desarrollo árboles cuya altura máxima oscila entre 25 y 30m. La densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo. Especies importantes en este tipo de selva son: *Hymenaea courbaril*

(guapinol, capomo), *Hura polyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma latisiliquum*, *Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave* sp. (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus* spp. (amate), *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea*, *Sideroxylon cartilagineum*, *Bursera arborea*, *Calophyllum brasiliense*, *Cordia alliodora*, *C. elaeagnoides*, *Tabebuia donnellsmithii*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus cotinifolia*, *F. obtusifolia*, *F. maxima*, *Luehea candida*, *Lysiloma divaricatum*, *Sideroxylon capiri*, *Attalea cohune*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia impetiginosa*, *T. rosea*, *Acacia polyphylla*, *Apoplanesia paniculata*, *Trichospermum mexicanum*, *Bursera excelsa*, *Jacaratia mexicana*, *Ceiba aesculifolia*, *Coccoloba barbadensis*, *Cordia seleriana*, *Croton draco*, *Cupania glabra*, *Esenbeckia berlandieri*, *Eugenia michoacanensis*, *Euphorbia fulva*, *Exothea paniculata*, *Forchhammeria pallida*, *Inga laurina*, *Jatropha peltata*, *Plumeria rubra*, *Psidium sartorianum*, *Swartzia simplex*, *Licania arborea*, *Haematoxylum campechianum*, *Annona purpurea*, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Diospyros digyna*, *Pithecellobium dulce*, *P. lanceolatum*, *Annona reticulata*, *Gyrocarpus jatrophifolius*, *Sideroxylon persimile*, *Godmania aesculifolia*, *Manilkara zapota*, *Vitex mollis*, *Calycophyllum candidissimum*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Lafoensia punicifolia*, *Andira inermis*, *Morisonia americana*, *Homalium trichostemon*, *Poeppigia procera*, *Tabebuia impetiginosa*, *Couepia polyandra*, *Erythroxylum areolatum*, *Dalbergia granadillo*, *Hauya elegans* (yoá); *Ficus crocata* (amate), *Platymiscium dimorphandrum* (hormiguillo), *Guettarda combsii* (palo de tapón de pumpo), *Wimmeria bartlettii* (hoja menuda de montaña), *Ulmus mexicana*, *Maclura tinctoria* y *Myroxylon balsamum*, *Ceiba pentandra*, *Sideroxylon foetidissimum*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cedrela odorata*, *Alseis yucatanensis*, *Spondias mombin*, *Pseudobombax ellipticum*, *Astronium graveolens*, y *Vitex hemsleyi*.

Para este tipo de vegetación se realizaron un total de 3 sitios de muestreo los cuales nos arrojan los siguientes datos:

### Estrato Arbóreo

Tabla 109. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Espino monte	<i>Acacia glomerosa</i>	163	12.1%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	7	0.5%
3	Chilcahuite	<i>Agonandra racemosa</i>	15	1.1%
4	Culebro	<i>Astronium graveolens</i>	304	22.5%
5	Mejo	<i>Brosimum alicastrum</i>	7	0.5%
6	Papelillo verde	<i>Bursera odorata</i>	37	2.7%
7	Papelillo rojo	<i>Bursera simaruba</i>	7	0.5%
8	Iguanero	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	15	1.1%
9	Borcelano	<i>Chloroleucon mangense</i>	15	1.1%
10	Cahuite	<i>Coccoloba barbadensis</i>	30	2.2%
11	Panicua	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7	0.5%
12	Botoncillo	<i>Cordia alliodora</i>	89	6.6%
13	Tamborcillo	<i>Cordia dentata</i>	7	0.5%
14	Barcino	<i>Cordia elaeagnoides</i>	7	0.5%
15	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	44	3.3%
16	Parota	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	15	1.1%
17	Arrayancillo	<i>Eugenia capuli</i>	7	0.5%
18	Palo cuate	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	7	0.5%
19	Higuera	<i>Ficus maxima</i>	15	1.1%

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
20	Zalate	<i>Ficus velutina</i>	7	0.5%
21	Guayacan	<i>Guaiaacum coulteri</i>	7	0.5%
22	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	52	3.8%
23	Rebelero	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	7	0.5%
24	Majahua	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	15	1.1%
25	Habillo	<i>Hura polyandra</i>	15	1.1%
26	Garrapato	<i>Lonchocarpus constrictus</i>	7	0.5%
27	Cuero de indio	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	7	0.5%
28	Cuero de vaca	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	7	0.5%
29	Vidrillo	<i>Margaritaria nobilis</i>	15	1.1%
30	Palma cayaco	<i>Orbignya guacuyule</i>	163	12.1%
31	Arrayan	<i>Psidium sartorianum</i>	7	0.5%
32	Bolitario	<i>Sapindus saponaria</i>	96	7.1%
33	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	7	0.5%
34	Huzilacatillo negro	<i>Sideroxylon persimile</i>	7	0.5%
35	Ciruelo cimarron	<i>Spondia mombin</i>	7	0.5%
36	Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	15	1.1%
37	San antonio	<i>Stemmadenia tomentosa</i>	7	0.5%
38	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	15	1.1%
39	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>	22	1.6%
40	Ayoyote	<i>Thevetia ovata</i>	7	0.5%
41	Huesillo de cerro	<i>Thouinia serrata</i>	52	3.8%
<b>TOTAL</b>			<b>1348</b>	<b>100.00%</b>

Con un total de 41 especies identificadas y 1,348 individuos/ha en el estrato arbóreo, se le atribuye como la especie más abundante a *Astronium graveolens* con 304 individuos/ha, la cual representa el 22.5% de la comunidad arborea, mientras que el resto de las especies por si solas presentan una abundancia relativa menor a 12.00%: siendo las especies menos abundantes del estrato *Thevetia ovata* con 7 ind/ha (0.5%), *Stemmadenia tomentosa* con 7 ind/ha (0.05%), *Spondia mombin* con 7 ind/ha (0.05%), entre otras.

La especie *Astronium graveolens*, es un árbol de hasta 35 m de altura y diámetro a la altura del pecho de más de 1m, con el tronco derecho, ramas ascendentes, copa redondeada y densa. Corteza externa escamosa, que se desprende en pedazos conchudos, gris pardo con manchas amarillentas y blancuzcas, con abundantes lenticelas protuberantes y morenas; la interna de color crema claro a crema amarillento, granulosa, quebradiza, con exudado resinoso transparente y pegajoso, olor y sabor a trementina. Grosor total de la corteza 7 a 20 mm. Madera, albura de color crema muy claro y duramen oscuro, peso específico de 0.85 a 2.28, peso de 867 a 1300 kg. por metro cúbico (24 a 27 kg por pie cúbico), dura y fuerte, textura fina y uniforme, grano recto y entrelazado, admite alto pulimento, extraordinariamente durable. Hojas alternas, compuestas de 11 a 15 hojuelas medianas, lanceolado oblongas, glabras, con bordes aserrados o crenados.

## Estrato Arbustivo

Tabla 110. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	<i>Aristolochia taliscana</i>	Bejuco corchozo	67	3.1%
2	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Tabachincillo de cerro	133	6.2%
3	<i>Celtis iguanaea</i>	Granjeno	67	3.1%
4	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Quemadora palmeada	67	3.1%
5	<i>Combretum fruticosum</i>	Bejuco peineta	33	1.5%
6	<i>Croton suberosus</i>	Mata corchozo	400	18.5%
7	<i>Heteropterys laurifolia</i>	Bejuco pata de perico	33	1.5%
8	<i>Jacquinia pungens</i>	Pica pendejos	133	6.2%
9	<i>Lasiacis divaricata</i>	Otatio	567	26.2%
10	<i>Piper peltatum</i>	Piper acorazonado	100	4.6%
11	<i>Pisonia aculeata</i>	Chorumo colmillo de puerco	100	4.6%
12	<i>Randia tetracantha</i>	Crucillo	300	13.8%
13	<i>Serjania brachycarpa</i>	Bejuco serjiana	67	3.1%
14	<i>Smilax bona</i>	Bejuco alambre	33	1.5%
15	<i>Stenocereus montanus</i>	Pitayo 8 costillas	33	1.5%
16	<i>Vitis caribaea</i>	Bejuco de agua	33	1.5%
<b>TOTAL</b>			<b>2,167</b>	<b>100.00%</b>

Las condiciones climáticas del SAR benefician al desarrollo de plantas tolerantes a las fluctuaciones extremas de precipitación, humedad y temperatura, tal es el caso de las plantas clasificadas como arbustos, la cuales tienden a desarrollarse en este tipo de clima, por ello, en el SAR, en comparación a las identificadas en el estrato arbóreo se presenta una menor diversidad de especies un total 16 y una abundancia total de 2,167 individuos/ha. En este estrato la especie más abundante es *Lasiacis divaricata* con 567 ind/ha registrados (26.20%), seguida de *Croton suberosus* con 400 individuos/ha (18.50%), en conjunto ambas especies representan el 44.70% de la abundancia relativa total del estrato, por lo que se consideran las especies dominantes del estrato. Las especies restantes poseen una abundancia relativa por debajo del 13.8% cada una, siendo el valor más bajo del estrato de 1.5% que corresponde a una abundancia de 33 ind/ha, por parte de las especies *Vitis caribaea*, *Stenocereus montanus*, *Smilax bona* y *Heteropterys laurifolia*.

*Lasiacis divaricata* es una planta perenne, raramente anual, cespitosa y erecta, trepadora o rastrera; planta hermafrodita o polígama. Vainas redondeadas; lígula una membrana; láminas lineares a ovadas, aplanadas, generalmente sin pseudopécíolos. Inflorescencia una panícula abierta o contraída; espiguillas subglobosas, obovoides o elipsoides, colocadas oblicuamente sobre el pedicelo, con 2 flósculos; desarticulación por debajo de las glumas, la espiguilla caediza como una unidad; glumas y lema inferior abruptamente apiculadas, lanosas apicalmente, negro brillante y con la epidermis interior aceitosa en la madurez

### Estrato Herbáceo

Tabla 111. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación selva mediana subcaducifolia en el SAR.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	<i>Adiantum braunii</i>	<i>Helecho dentado</i>	1333	6.5%
2	<i>Blechnum pyramidatum</i>	<i>Blechnum</i>	1333	6.5%
3	<i>Elytraria imbricata</i>	<i>Cordoncillo</i>	2000	9.7%
4	<i>Lasiacis procerrima</i>	<i>Pasto carricillo</i>	1333	6.5%
5	<i>Petiveria alliacea</i>	<i>Arriscale patras</i>	2667	12.9%
6	<i>Plumbago pulchella</i>	<i>Pegajosilla</i>	8000	38.7%
7	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	<i>Acapan</i>	4000	19.4%
<b>TOTAL</b>			<b>20,667</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 7 especies, siendo el estrato con el menor número de especies identificadas en los sitios de muestreo de flora del SAR, y un total de 20,667 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Plumbago pulchella* es la más abundante del estrato con 8,000 individuos/ha, constituyendo el 38.70% de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 19.40%, siendo el valor más bajo percibido de 6.50% que corresponde a 1,333 ind/ha, esto por parte de dos especies *Blechnum pyramidatum* y *Adiantum braunii*.

*Plumbago pulchella* es una hierba perenne, floja a trepadora, a veces algo leñosa hacia la base, con pelos glandulares (pegajosos) principalmente hacia la inflorescencia, y cubierta con escamas de hasta 1 m de alto, hojas alternas (aunque cuando están en ramas muy pequeñas dan la apariencia de encontrarse varias en el mismo nudo) ovadas a romboides, de hasta 11 cm de largo, puntiagudas, la base angostándose hasta confundirse con el pecíolo, a veces con 2 lóbulos diminutos y angostos hacia la base del pecíolo; las hojas cubiertas con escasas o abundantes escamas, racimos de hasta 20 cm de largo, ubicados en las puntas de los tallos, cubiertos de pelos glandulares. Cada flor, sobre un pedicelo muy corto, se localiza en la axila de una bráctea ancha y pequeña, el cáliz es inicialmente un tubo largo con el ápice dividido en 5 lóbulos pequeños, triangulares, que con el tiempo se van separando hasta reducir el tubo sólo a su parte basal, el cáliz cubierto de pelos glandulares (menos en la base); la corola de color azul-morado, en forma de trompeta, con un tubo largo y angosto que se amplía hacia el ápice y se divide en 5 lóbulos puntiagudos; estambres 5 con las anteras azules; estilo 1 que se divide en el ápice en 5 ramas (estigmas), el fruto seco, algo cilíndrico aunque más grueso hacia el ápice, con una cubierta dura que se desprende desde la base, con 5 aberturas, con una sola semilla.

\* **Vegetación de Manglar (VM)**

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.

Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Para este tipo de vegetación se realizaron un total de 3 sitios de muestreo los cuales nos arrojan los siguientes datos:

**Estrato Arbóreo**

Tabla 112. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación de Manglar (VM) en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	0.32 %
2	Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	3800	82.34 %
3	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	52	1.12 %
4	Mangle	<i>Rhizophora mangle</i>	748	16.21 %
<b>Total</b>			<b>4615</b>	<b>100%</b>

Con un total de 4 especies identificadas y 4615 individuos/ha en el estrato arbóreo, se le atribuye como la especie más abundante a *Laguncularia racemosa* con 3800 individuos/ha, la cual representa el 82.34% de la comunidad arbórea, mientras que el resto de las especies por si solas presentan una abundancia relativa menor a 20.00%: siendo las especies menos abundantes *Pithecellobium lanceolatum* con 52 ind/ha (1.12 %) y *Guazuma ulmifolia* con 15 ind/ha (0.32 %) respectivamente.

*Laguncularia racemosa*, conocido también en Cuba como patabán, y en Colombia y Venezuela como mangle blanco o merecillo, es la única especie del género monotípico *Laguncularia*. Esta especie puede crecer en forma de arbusto, o de árbol con una altura de entre 12 a 18 m. Puede desarrollar tanto raíces tabulares (de apoyo) como neumatóforos dependiendo de las condiciones de su hábitat. Las hojas, amarillo verdosas y con textura coriácea, son opuestas, oblongo-elípticas, de 3–11 cm de



largo por 2–6 cm de ancho; el ápice y la base son obtusos a redondeados. Se encuentra frecuente en manglares pantanosos a lo largo de las costas del océano pacífico y atlántico; a una altitud de 0–10 msnm; florece y fructifica durante la mayor parte de año. Crece en áreas costeras de bahías, lagos, esteros, prefiriendo el borde interior del cinturón de mangles; se halla más lejos de la línea de la marea que la mayoría de otras especies de rizoforáceas.

### Estrato Arbustivo

Tabla 113. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de Manglar (VM) en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	167	100%
<b>Total</b>			<b>167</b>	<b>100%</b>

Dadas las condiciones del SAR *Scaevola plumieri* es una especie de planta ampliamente distribuida en áreas tropicales, presente en los sitios de muestreo que se realizaron para el tipo de vegetación VM. Por tal motivo es la única especie registrada registrando una abundancia de 167 ind/ha (100%)

*Scaevola plumieri* es un arbusto perenne ramificado de muchas ramas, que tiene hojas suculentas en las puntas de sus ramas, que desprenden sus hojas debajo de las puntas para dejar cicatrices en los tallos de color verde amarillento. Las axilas de las hojas pueden tener pelos sedosos dispersos, y las hojas son sin tallo (sésiles) o con un tallo alado, obovado, de 5–11 cm. largo, 2–7 cm. amplio y de bordes lisos. La inflorescencia es una serie de cimbras en las axilas con una a siete flores sin tallo. Las semillas no se dispersan de la fruta.

### Estrato Herbáceo

Tabla 114. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de Manglar (VM) en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Romerillo salado	<i>Batis maritima</i>	600	100%
<b>Total</b>			<b>600</b>	<b>100%</b>

Debido al tipo de vegetación y a las condiciones del SAR donde las especies del componente vegetativo poseen en común la propiedad de tolerar condiciones extremas de salinidad y bajas tensiones de oxígeno en aguas y suelo, para lo cual han evolucionado adaptaciones especiales fisiológicas o anatómicas.

Tal es el caso de *Batis maritima* cuya especie se mantuvo presente en los sitios muestreados para el tipo de vegetación VM en el SAR con un total de 600 ind/ha (100%).

La familia Bataceae es monogénica y está representada por dos especies: *Batis maritima*, que presenta una distribución en las costas tropicales y subtropicales de América e islas del Pacífico, desde California hasta Perú y las islas de Hawái y Galápagos; en el Atlántico de Florida a Brasil y las

Antillas. *Batis argillicola* se limita a las costas del sur de Nueva Guinea y norte de Australia. Ambas especies crecen en ambientes salinos inundables cercanos al mar. En México, *B. maritima* forma parte importante de la vegetación halófila relacionada con el manglar. El manglar, del cual forma parte *Batis maritima*, es un ecosistema frágil, donde las principales fuentes de perturbación son la construcción de infraestructura turística, inmobiliaria, de acuicultura y los errores derivados del cambio de la dinámica hidrológica de estuarios completos.

\* **Vegetación de Dunas costeras (VU)**

Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera.

También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.

Para este tipo de vegetación se realizaron dos sitios de muestreo los cuales nos arrojan los siguientes datos:

**Estrato Arbóreo**

Tabla 115. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	22	100%
<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>100%</b>

Para los sitios de muestreo realizados para este tipo de vegetación la información levantada en campo registro únicamente la especie *Pithecellobium dulce* con un total de 22 ind/ha (100%) ya que las principales especies que caracterizan este tipo de vegetación en su mayoría son arbustos y muy pocas especies arbóreas y herbáceas.

*Pithecellobium dulce* es un árbol de tamaño mediano y crecimiento rápido, nativo a los trópicos americanos. Ha sido extensamente introducido a otras áreas con propósitos ornamentales, para la reforestación, para la producción de leña, forraje y numerosos otros productos. Llega a alcanzar los 25 metros de altura, aunque por lo común de miden de 5 a 22 m de altura, con un tronco corto de 30 a 75 cm en diámetro; una copa amplia y esparcida, y una corteza por lo general lisa y de color gris claro.

Las ramitas delgadas y lánguidas presentan hojas compuestas bipinadas con cuatro hojillas oblongas y en la mayoría de los especímenes se pueden encontrar espinas apareadas en la base de las hojas.

### Estrato Arbustivo

Tabla 116. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	1100	26.83
2	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	500	12.20
3	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	1500	36.59
4	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	1000	24.39
<b>Total</b>			<b>4100</b>	<b>100%</b>

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato arbustivo, presenta un total de 4 especies, y un total de 4,100 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Scaevola plumieri* es la más abundante del estrato con 1,500 individuos/ha, constituyendo el 36.59% de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 30.00%, siendo el valor más bajo percibido de 12.20% que corresponde a 500 ind/ha, esto por parte de *Lantana hirta*.

### Estrato Herbáceo

Tabla 117. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación de Dunas costeras (VU) en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Pasto aguja	<i>Aristida adscensionis</i>	148000	100%
<b>Total</b>			<b>148000</b>	<b>100%</b>

La información obtenida en campo para este tipo de vegetación únicamente registro una especie para el estrato herbáceo la cual es *Aristida adscensionis* con un total de 148000 individuos/ha representa el 100% de la población para el estrato herbáceo.

*Aristida adscensionis* es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de la familia poaceae. Es nativa de las Américas, y se distribuye por casi todo el mundo. Crece fácilmente en áreas perturbadas y desechadas y tiene potencial para convertirse en una maleza. Es una planta anual que es bastante variable en apariencia, ya que su tamaño y forma está determinado en gran medida por las condiciones ambientales. Crece alcanzando una altura de entre 5 y 80 centímetros. Forma una estrecha inflorescencia de espiguillas, cada fruta con tres aristas.

### \* Valor de Importancia de las especies

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

Es importante mencionar que este análisis se realizó únicamente para el tipo de vegetación (SBC) que se verá afectada con el desarrollo del proyecto.

### VI = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Donde:

*Frecuencia relativa (FR)*.- La frecuencia se estimada como el número de unidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie, es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular.

- $FR = \text{Frecuencia de la especie } x / \text{Sumatoria de todas las frecuencias de las especies } x (100)$

*Densidad relativa (DR)*.- Es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.

- $\text{Densidad} = \text{Núm. Individuos} / \text{Área muestreada}$
- $\text{Densidad Relativa} = \text{Densidad de una Especie} / \text{Densidad de Todas las especies } x (100)$

*Dominancia relativa (DmR)*.- Dominancia relativa (DmR). Para el estrato arbóreo se puede calcular con base en el área basal y se convierte a porcentaje de cobertura, para las herbáceas y arbustivas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

- $DmR = \text{área basal de la especie } x / \text{sumatoria del Ab de todas las especies } x (100)$

Los datos para este cálculo se obtuvieron a partir de la información levantada en el muestreo propio; a continuación, se presentan los resultados del Índice de Valor de Importancia para cada uno de los estratos.

### Estrato Arbóreo

Tabla 118. Valor de importancia en el estrato arbóreo en vegetación de selva baja caducifolia en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	6.67%	2.36%	3.16%	12.19%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	2.86%	7.12%	0.70%	10.67%
3	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	0.95%	0.08%	0.05%	1.09%
4	Palma de coco	<i>Coco nucifera</i>	1.90%	0.13%	0.28%	2.31%
5	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	16.19%	8.67%	20.30%	45.17%
6	Builillo	<i>Crateva tapia</i>	20.00%	58.95%	20.29%	99.24%
7	Palo acanalado	<i>Cupania glabra</i>	1.90%	7.87%	0.005%	9.78%
8	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	2.86%	0.38%	0.86%	4.10%
9	Cacanhual	<i>Gliricidia sepium</i>	1.90%	0.42%	0.0002%	2.33%
10	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15.24%	5.43%	37.72%	58.39%
11	Mango	<i>Mangifera indica</i>	1.90%	1.05%	0.17%	3.13%
12	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	11.43%	2.86%	12.81%	27.10%
13	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.95%	1.22%	2.30%	4.47%
14	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	1.90%	0.17%	0.53%	2.60%
15	Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>	3.81%	1.09%	0.37%	5.28%
16	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	2.86%	0.38%	0.15%	3.39%
17	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	1.90%	0.42%	0.004%	2.33%
18	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>	3.81%	0.97%	0.29%	5.07%
19	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	0.95%	0.42%	0.003%	1.38%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>300.00%</b>

Conforme a la tabla anterior, en el estrato arbóreo la variable de frecuencia relativa es mayormente atribuida a las especies *Pithecellobium dulce* (11.43%), *Cordia seleriana* (16.19%), *Guazuma ulmifolia* (15.24%) y *Crateva tapia* (20.00%) a lo que se trata de las especies que son registradas un mayor número de ocasiones en distintas unidades de muestreo, caso opuesto con las especies cuyo valor es el más inferior son *Citrus aurantifolia*, *Tamarindus indica* y *Pithecellobium lanceolatum* en donde cada uno de los casos es de 0.95%. La variable de densidad relativa se encuentra en mayor instancia concentrada por la especie *Crateva tapia* (58.95%) presentan de acuerdo a los registros una población más concentrada por unidad de área, al contrario de *Citrus aurantifolia* quien con 0.08% percibe el menor valor de esta variable. Las especies que mayor dominio, es decir, cuya cobertura de sus copas es mayor en una proyección plana sobre la superficie, son *Pithecellobium dulce* (12.81%), *Cordia seleriana* (20.30%), *Guazuma ulmifolia* (37.72%) y *Crateva tapia* (20.29%), mientras que los *Tamarindus indica* (0.003%), *Gliricidia sepium* (0.002%), *Tabebuia donnell-smithii* (0.004%) y *Cupania glabra* (0.005%) cuentan con la menor dominancia relativa del estrato.



Figura 77. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbóreo.

Como se representa en la figura anterior, el mayor Índice de Valor de Importancia es de 99.24% por parte de *Crateva tapia*, por lo que se considera la especie más importante del estrato, otras especies también importantes son *Pithecellobium dulce* (27.10%) *Cordia seleriana* (45.17%) y *Guazuma ulmifolia* (58.39%). Las demás especies poseen un IVI menor a 13.00%, siendo el valor más bajo del estrato de 01.09% por parte de *Citrus aurantifolia* a lo que se considera la especie menos importante de la comunidad arbórea.

### Estrato Arbustivo

Tabla 119. Valor de importancia en el estrato arbustivo en selva baja caducifolia en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	2.83%	0.32%	3.71%	6.86%
2	Guamora	<i>Bromelia pinguin</i>	1.89%	0.53%	0.31%	2.72%
3	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	2.83%	0.53%	10.27%	13.63%
4	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	9.43%	4.69%	24.98%	39.11%
5	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	12.26%	9.15%	13.16%	34.58%
6	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	3.77%	0.64%	5.84%	10.25%
7	Bejuco cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	2.83%	0.53%	0.27%	3.62%
8	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	3.77%	0.43%	1.23%	5.44%
9	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	7.55%	27.16%	7.01%	41.71%
10	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	2.83%	0.32%	0.27%	3.42%
11	Otátillo	<i>Lasiacis divaricata</i>	1.89%	1.14%	0.02%	3.05%
12	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	3.77%	0.94%	0.79%	5.50%
13	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	18.87%	38.80%	19.01%	76.68%
14	Retama	<i>Senna obtusifolia</i>	2.83%	0.43%	0.09%	3.35%
15	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	15.09%	12.38%	7.30%	34.77%
16	Bejuco 3 costillas	<i>Serjania triquetra</i>	1.89%	0.23%	3.48%	5.60%
17	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	5.66%	1.78%	2.26%	9.71%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>300.00%</b>



En la comunidad arbustiva, a las especies *Celtis iguanaea* (12.26%), *Serjania brachycarpa* (15.09%) y *Scaevola plumieri* (18.87%) se les adjudica en mayor instancia la variable de frecuencia relativa, siendo las especies registradas con mayor periodicidad en distintos sitios de muestreo, caso opuesto con *Bromelia pinguin*, *Lasiacis divaricata*, *Serjania triquetra* quienes cada una cuenta con un valor de 1.89%, siendo el menor valor de esta variable. La variable de densidad relativa, la cual indica el nivel de agregación de individuos por unidad de área es mayormente atribuida a *Serjania brachycarpa* (12.38%), *Hyperbaena ilicifolia* (27.16%) y *Scaevola plumieri* (38.80%), y en menor atribución a *Serjania triquetra* (1.89%). Las especies cuya cobertura ejerce mayor dominio de la biosfera (dominancia relativa) son *Paullinia fuscescens* (24.98%) y *Scaevola plumieri* (19.01%), por el contrario, *Lasiacis divaricata* (0.02%) es la especie cuyo valor es el más bajo de esta variable.

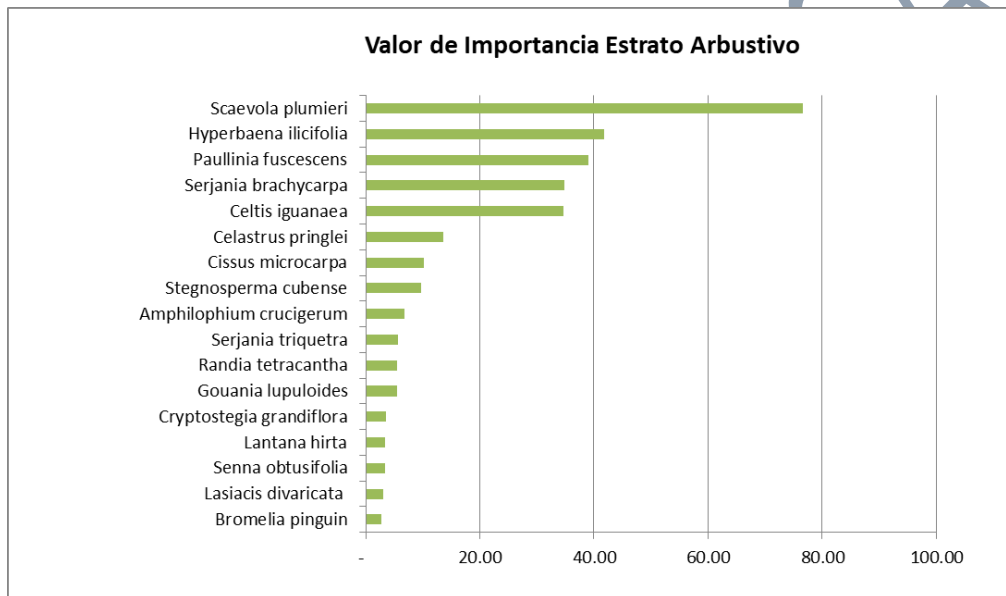


Figura 37. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbustivo.

El Índice de Valor de Importancia más elevado obtenido por parte de la comunidad arbustiva y que se muestra en la figura anterior, es de 76.68 % por *Scaevola plumieri* por ende es la especie más importante del estrato dada sus características, población y distribución en el SAR, otras especies también importantes son *Celtis iguanaea* (34.58%), *Serjania brachycarpa* (34.77%), *Paullinia fuscescens* (39.11%) y *Hyperbaena ilicifolia* (41.71%). El resto de las especies presenta un IVI de entre 0.00% y 14.00%, siendo la especie menos importante del estrato *Bromelia pinguin* con un IVI de 2.72%.

## Estrato Herbáceo

Tabla 120. Valor de importancia en el estrato herbáceo selva baja caducifolia en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>	1.45%	0.93%	0.58%	2.96%
2	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	3.62%	5.09%	2.48%	11.20%
3	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	5.07%	3.71%	2.63%	11.41%
4	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	2.17%	2.78%	1.02%	5.98%
5	Hierva de la golondrina	<i>Euphorbia brasiliensis</i>	1.45%	0.93%	0.88%	3.25%
6	Pasto guinea	<i>Megathyrsus maximus</i>	2.17%	2.78%	1.61%	6.56%
7	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	2.90%	1.85%	2.63%	7.38%
8	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	55.80%	62.02%	68.91%	186.72%
9	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	3.62%	4.63%	3.36%	11.61%
10	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	2.90%	2.32%	1.17%	6.38%
11	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	2.90%	1.85%	2.34%	7.09%
12	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	3.62%	2.32%	3.21%	9.15%
13	Guinar	<i>Sida glabra</i>	5.07%	3.71%	3.80%	12.57%
14	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	3.62%	2.32%	3.21%	9.15%
15	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	3.62%	2.78%	2.19%	8.59%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>300.00%</b>

Con base a la tabla que se presenta con anterioridad, en la comunidad herbácea la especie *Panicum maximum* (55.80%) es quien posee el mayor valor de frecuencia relativa, por lo que se trata de la especie cuya población es registrada con mayor periodicidad en distintas unidades de muestreo, caso contrario con *Amaranthus spinosus* (1.45%) y *Euphorbia brasiliensis* (1.45%) quienes cuentan con el menor porcentaje de esta variable. En la variable de densidad relativa, de nueva cuenta la especie *Panicum maximum* (62.02%) concentra el mayor porcentaje, mientras que el menor lo ostenta de *Amaranthus spinosus* (0.93%) y *Euphorbia brasiliensis* (0.93%) continúan siendo las especies con los valores más bajos del estrato. *Panicum maximum* (68.91%), es la herbácea que acumula el mayor porcentaje de la variable de dominancia relativa, por lo que se trata de ejemplares cuya copa es de mayor tamaño en comparación con las otras especies, caso contrario de *Amaranthus spinosus* (0.58%), es la especie de menor cobertura por parte de su copa.

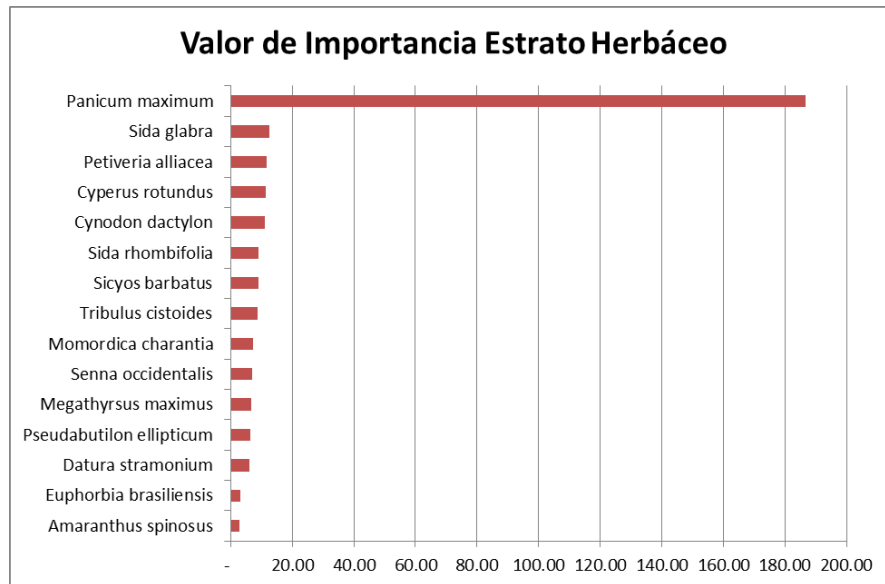


Figura 79. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato herbáceo.

De manera notable con base a la Figura , *Panicum maximum* es la especie más importante cuyo Índice de Valor de Importancia es de 186.72%, mientras que las demás herbáceas poseen un IVI de entre menor a 13.00% en donde *Amaranthus spinosus* es la especie de menor importancia del estrato, dado que su IVI es de 2.96%, el valor más bajo obtenido.

#### IV.2.2.1.4.4.2. Resultados y análisis para el área del proyecto (AP)

##### \* Resultados del muestreo

Con el muestreo realizado el registro de flora fue de **33 especies** en donde se comprenden los tres estratos, esto para la vegetación muestreada de Selva baja caducifolia, mismas que se presentan en la lista siguiente:

Tabla 121. Listado de especies de flora registradas en el muestreo del área del proyecto.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
<b>Arbóreo</b>					
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	No incluida	No incluida	
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	No incluida	No incluida	
3	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	No incluida	No incluida	Endémica
4	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	No incluida	No incluida	
5	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	No incluida	No incluida	
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	No incluida	No incluida	
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	No incluida	No incluida	
8	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	No incluida	No incluida	
<b>Arbustivo</b>					
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	No incluida	No incluida	
2	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	No incluida	No incluida	Endémica
3	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	No incluida	No incluida	
4	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	No incluida	No incluida	
5	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissis microcarpa</i>	No incluida	No incluida	

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOM 059	CITES	ENDEMISMO
6	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	No incluida	No incluida	
7	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	No incluida	No incluida	Endémica
8	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	No incluida	No incluida	
9	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	No incluida	No incluida	Endémica
10	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	No incluida	No incluida	
11	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	No incluida	No incluida	
12	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	No incluida	No incluida	
Herbáceo					
1	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	No incluida	No incluida	Exótica
2	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	No incluida	No incluida	Exótica
3	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	No incluida	No incluida	
4	Pasto guinea	<i>Megathyrsus maximus</i>	No incluida	No incluida	Exótica
5	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	No incluida	No incluida	Exótica
6	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	No incluida	No incluida	Exótica
7	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	No incluida	No incluida	
8	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	No incluida	No incluida	
9	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	No incluida	No incluida	
10	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	No incluida	No incluida	
11	Guinar	<i>Sida glabra</i>	No incluida	No incluida	
12	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	No incluida	No incluida	
13	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	No incluida	No incluida	

\* Riqueza y abundancia de especies

La riqueza es igual al número de especies encontradas por cada estrato, asimismo la abundancia es definida como el número de individuos encontrados por cada especie. Por otro lado, la “**Abundancia relativa**”, se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A<sub>total</sub> = Número Total de individuos de todas las especies

De acuerdo con la información recabada en el muestreo, se obtuvieron los siguientes datos de riqueza y abundancia relativa de las especies en los diferentes estratos. Cabe mencionar que para el estrato arbóreo se cuantificaron los individuos cuyas dimensiones no alcanzan los valores de diámetro y altura mínimos para considerarse como especies adultas, por lo tanto, se consideran como especies de regeneración. Por cuestiones prácticas, los datos correspondientes a estas últimas se levantaron en sitios de 100 m<sup>2</sup>, por lo que para realizar el conteo total de individuos en el estrato arbóreo se hizo una estimación de la cantidad de individuos de renuevo que teóricamente habría en un sitio de 450 m<sup>2</sup> a partir de la información registrada en campo; por consiguiente, el valor de

abundancia se compone de la sumatoria de los individuos de las especies adultas en adición con los individuos de regeneración. La memoria de cálculo forma parte de los anexos.

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo por estrato para la vegetación de Selva baja caducifolia.

### Estrato Arbóreo

Tabla 122. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbóreo en el área del proyecto.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	16	1.01%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	5	0.32%
3	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	101	6.36%
4	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	1,276	80.40%
5	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	5	0.32%
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	110	6.93%
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	71	4.47%
8	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	3	0.19%
<b>TOTAL</b>			<b>1,587</b>	<b>100.00%</b>

El estrato arbóreo de acuerdo a la tabla anterior, presenta una riqueza de 8 especies registradas y una abundancia total de 1,587 ind/ha. Esta comunidad florística se encuentra mayormente representada por la especie *Crateva tapia* la cual es la más abundante con una población de 1,276 individuos/ha obteniendo así el 80.40% de la abundancia relativa total, mientras que las restantes especies cuentan con una abundancia relativa menor a 7.00%, que en su caso las especies menos abundantes son: *Sapium lateriflorum* (0.19%), *Ficus pertusa* (0.32%) y *Acacia hindsii* (0.32%), quienes cuentan con una abundancia de 3 ind/ha en el primer caso, y 5 ind/ha en los últimos dos casos.

La especie arbórea *Crateva tapia* alcanza un tamaño de 2 - 25 m de alto, con corona de hasta 20 m de diámetro, corteza opaca, café clara a gris, completamente glabro. Sus folíolos presentan una forma amplia a angostamente elípticos a ampliamente ovados u obovado - elípticos. Inflorescencias terminales en las ramas frondosas nuevas, flores en número de 30 - 120, pero sólo 10 - 20 florecen al mismo tiempo. El fruto es una baya globosa a oblonga u ovoide, 4 - 9 cm de largo y 3.5 - 6.5 cm de ancho, tornando al amarillo a anaranjado o rosado, pericarpio 4 - 6 mm cuando inmaduro y 1 - 2 mm cuando maduro, llena de una pulpa carnosa. Es una especie común en bosques secos y áreas perturbadas de suelos arenosos, en todas las zonas; a una altitud de 0 - 500 m, y es ampliamente distribuida desde el oeste de México hasta la Amazonia.

### Estrato Arbustivo

**Tabla 123. Número de individuos y abundancia relativa del estrato arbustivo en el área del proyecto.**

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	14	0.90%
2	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	10	0.65%
3	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	69	4.46%
4	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	205	13.24%
5	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	19	1.23%
6	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	14	0.90%
7	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	46	2.97%
8	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	87	5.62%
9	Crucillo	<i>Randia tetraantha</i>	14	0.90%
10	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	873	56.40%
11	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	160	10.34%
12	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	37	2.39%
<b>TOTAL</b>			<b>1,548</b>	<b>100.00%</b>

La abundancia total del estrato arbustivo en el área del proyecto es de 1,548 ind/ha y una riqueza total de 12 especies, esta última mayor a la que se registró en el estrato arbóreo. La especie más abundante del estrato es *Scaevola plumieri* cuya población es de 873 ind/ha (56.40%), otras especies cuyos valores son elevados, pero no se comparan a los de la especie dominante son: *Celtis iguanaea* y *Serjania brachycarpa*, con una abundancia relativa de 13.24% y 10.34%, las otras especies poseen una abundancia relativa por debajo del 6.00%, a lo que la especie menos representativa del estrato es *Celastrus pringlei* con 0.65%; otras especies menos abundantes son *Amphilophium crucigerum* (0.90%) y *Gouania lupuloides* (0.90%).

*Scaevola plumieri* es un arbusto perenne ramificado, que tiene hojas suculentas sin pelo en las puntas de sus ramas, que comúnmente desprenden sus hojas debajo de las puntas para dejar cicatrices en los tallos de color verde amarillento. Las axilas de las hojas pueden tener pelos sedosos dispersos o ninguno, y las hojas son sin tallo (sésiles) o con un tallo alado, obovado, de 5 - 11 cm, largo, 2 - 7 cm. amplio y de bordes lisos. Hay 2 - 4 pares de venas laterales que no se ven fácilmente. La inflorescencia es una serie de cimbras en las axilas con una a siete flores sin tallo. La corola es blanca o verdosa con un tubo de 10 - 12 mm de largo, 3 mm de amplio y lleno de pelos en el interior. El fruto es carnoso y color azul o negro, de 10 a 15 mm de diámetro. Las semillas no se dispersan del fruto. Habita en dunas costeras.

### Estrato Herbáceo

**Tabla 124. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el área del proyecto.**

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	3,819	11.97%
2	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	728	2.28%
3	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	910	2.85%
4	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	1,364	4.27%



NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
5	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	910	2.85%
6	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	18,819	58.96%
7	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	273	0.86%
8	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	455	1.43%
9	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	1,000	3.13%
10	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	273	0.86%
11	Guinar	<i>Sida glabra</i>	2,182	6.84%
12	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	728	2.28%
13	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	455	1.43%
<b>TOTAL</b>			<b>31,916</b>	<b>100.00%</b>

La Tabla , muestra que en el estrato herbáceo en el área del proyecto cuenta con riqueza un registro de 13 especies, cuya abundancia total es de 31,916 ind/ha, a lo que se trata del estrato más abundante en comparación con el arbóreo y arbustivo. En la comunidad herbácea se considera como especie dominante a *Panicum maximum* derivado de su elevada abundancia relativa con 58.96% y población de 18,819 ind/ha, por lo que es la especie que más se encuentra representada, las otras especies cuentan con una abundancia relativa menor a 12.00%; las especies menos abundantes en este estrato son: *Sicyos barbatus* y *Petiveria alliacea*, ya que ambas tienen una abundancia relativa de 0.86%.

*Panicum maximum* es una gramínea perenne rizomatosa, de la familia de las poáceas; de porte alto, desarrolla principalmente en macollos aisladas, que pueden alcanzar hasta 3 m de altura. La inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales. Cuenta con un amplio rango de adaptación desde el nivel del mar hasta los 1,800 msnm, crece bien bajo suelos de alta fertilidad y soporta niveles moderados de sequía por su gran sistema radicular.

#### Registro de especies en el Uso de suelo "pastizal inducido" en el Área del proyecto (AP).

Adicionalmente se realizó un registro de las especies en la superficie de pastizal inducido (PI) a través de 5 sitios de muestreo, encontrando lo siguiente:

\* **Pastizal inducido (PI)**

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Los géneros *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*.

A continuación, se muestran los valores de abundancia y abundancia relativa obtenidos del muestreo en campo para el estrato herbáceo de la vegetación de Pastizal Inducido (PI).

### Estrato Herbáceo

Tabla 125. Número de individuos y abundancia relativa del estrato herbáceo en el tipo de vegetación PI.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA (INDIVIDUOS/HA.)	ABUNDANCIA RELATIVA (ABR)
1	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto grama	16,800	13.0
2	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	3,200	2.4
3	<i>Panicum maximum</i>	Pasto tanzania	102,000	78.9
4	<i>Senna occidentalis</i>	Sena	7,200	5.7
<b>TOTAL</b>			<b>129,200</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo a la tabla anterior, las especies del estrato herbáceo, en su mayoría anuales y temporales, presenta un total de 4 especies, siendo el estrato con el menor número de especies identificadas en los sitios de muestreo de flora del AP, y un total de 129,200 individuos/ha. En este grupo florístico se observa que la especie *Panicum maximum* es la más abundante del estrato con 102,000 individuos/ha, constituyendo el 78.9% de la abundancia relativa total del estrato, mientras que las otras especies poseen una abundancia relativa menor a 13.0%, siendo el valor más bajo percibido de 2.4% que corresponde a 3,200 ind/ha, esto por parte de la especie *Cyperus rotundus*.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2009) se hace una breve descripción del tipo de hábitat de las especies registradas en este uso de suelo.

Tabla 126. Descripción del hábitat de las especies dominantes encontradas en los sitios de muestreo.

ESPECIE	CARÁCTERÍSTICAS
<i>Panicum maximum</i>	El zacate guineo es una de las especies más comunes en el paisaje cultural del trópico mexicano. Es una planta forrajera, pero también se puede portar como maleza. La especie invade bosques y pastizales naturales, sobre todo en el trópico húmedo. (Conabio, 2002).
<i>Cynodon dactylon</i>	Es una especie exótica de las más comunes en México, se le conoce como pasto africano o Zacate bermuda, se caracteriza por tener un hábito de crecimiento ruderal y arvense en varios cultivos, además de distribuirse ampliamente en áreas con disturbio. (Conabio, 2002).
<i>Senna occidentalis</i>	

	<p>Tiene un tipo de hábitat ruderal, en bordes de caminos, en zonas baldías, campos de cultivo, en agostaderos degradados, frecuentemente en suelos arenosos, matorrales y frecuentemente en lugares perturbados (McVaugh, 1983; Allred, 2007).</p>
<p><i>Cyperus rotundus</i></p>	<p>Este coquillo ha sido llamado "la peor maleza del mundo". Es un problema especialmente en cultivos intensivos y abiertos. Especie exótica y cosmopolita, la más presente en el cultivo. Planta perenne con reproducción principalmente vegetativa a partir de tubérculos. No produce mucha semilla, pero éstas tienen muy alta viabilidad, pudiendo durar hasta 20 años en el suelo. Es más agresivo en suelos livianos y húmedos. (INIA, 2003).</p>

Los resultados obtenidos de campo muestran que en este uso de suelo se desarrollan especies indicadoras de perturbación, exóticas, ruderales y arvenses como producto del desuso, actividades humanas como lo son el paso constante por las vías de comunicación (autopista y vías ferroviarias) aledañas al área del proyecto.

**\* Valor de Importancia de las especies**

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

Las especies que obtienen más altos valores son las especies más importantes en el ecosistema (área de estudio) es decir, que tienen más abundancia, cobertura y frecuencia y dependiendo de las especies que presenten estos valores es como se interpretará el ecosistema.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Este análisis se presenta para la vegetación de selva baja caducifolia que se verá afectada con el desarrollo del proyecto.

### VI = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Donde:

*Frecuencia relativa (FR).*- La frecuencia se estimada como el número de unidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie, es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular.

- $FR = \text{Frecuencia de la especie } x / \text{Sumatoria de todas las frecuencias de las especies } x (100)$

*Densidad relativa (DR).*- Es el número de individuos (N) en un área determinada (A) y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.

- $\text{Densidad} = \text{Núm. Individuos} / \text{Área muestreada}$
- $\text{Densidad Relativa} = \text{Densidad de una Especie} / \text{Densidad de Todas las especies } x (100)$

*Dominancia relativa (DmR).*- Dominancia relativa (DmR).

Para el estrato arbóreo se puede calcular con base en el área de cobertura de copa así mismo para el estrato arbustivo, para las herbáceas se puede expresar únicamente como porcentaje de cobertura.

- $DmR = \text{área copa de la especie } x / \text{sumatoria de la cobertura de todas las especies } x (100)$

Los datos para este cálculo se obtuvieron a partir de la información levantada en el muestreo propio; a continuación, se presentan los resultados del Índice de Valor de Importancia para cada uno de los estratos.

#### Estrato Arbóreo

Tabla 127. Valor de importancia en el estrato arbóreo en el área del proyecto.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	4.55%	1.01%	1.45%	7.01%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	1.52%	0.32%	0.00%	1.83%
3	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	12.12%	6.36%	13.31%	31.79%
4	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	33.33%	80.40%	20.28%	134.02%
5	Camichín	<i>Ficus pertusa</i>	3.03%	0.32%	6.92%	10.27%
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	21.21%	6.93%	35.10%	63.24%
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	21.21%	4.47%	22.77%	48.46%
8	Amatillo capulín	<i>Sapium lateriflorum</i>	3.03%	0.19%	0.17%	3.39%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>300.00%</b>

Referente a la frecuencia relativa, se le atribuye esta variable en mayor instancia a *Cordia seleriana* (12.12%), *Pithecellobium dulce* (21.21%), *Guazuma ulmifolia* (21.21%) y *Crateva tapia* (33.33%), por lo que estas especies fueron registradas con mayor frecuencia en distintas unidades de muestreo, caso opuesto con *Acacia hindsii* (1.52 %), quien porta el valor más bajo. La especie que presenta una población más densa, es decir, una mayor concentración de individuos por unidad de área es *Crateva tapia* (80.40 %), por el contrario la población de *Sapium lateriflorum* (0.19 %) es más dispersa en la superficie, dado su valor más bajo de la variable de densidad relativa. La variable de dominancia

relativa es adjudicada en mayor proporción a las especies *Pithecellobium dulce* (22.77%), *Guazuma ulmifolia* (35.10%) y *Crateva tapia* (20.28%), debido a que las dimensiones de sus copas proporcionan más cobertura, mientras que *Acacia hindsii* con 0.0003% es la especie con la menor cobertura del estrato por parte de su copa.

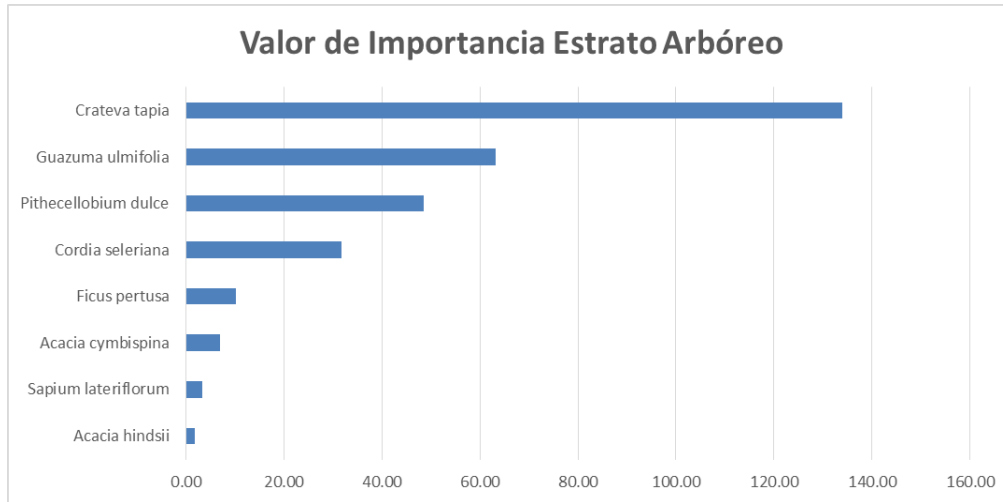


Figura 80. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbóreo.

La estructura arborea de acuerdo a la Figura , la especie más importante es *Crateva tapia* a consecuencia que posee el mayor Índice de Valor de Importancia del estrato el cual es de 134.02%, algunas otras especies también importantes son *Cordia seleriana* (31.79%), *Pithecellobium dulce* (48.46%) y *Guazuma ulmifolia* (63.24%). La especie menos importante de la comunidad arborea es *Acacia hindsii* ya que cuenta con un IVI de 1.83%, el valor más bajo del estrato.

### Estrato Arbustivo

Tabla 128. Valor de importancia en el estrato arbustivo el área del proyecto.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	4.48%	0.90%	2.67%	8.05%
2	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	2.99%	0.65%	1.86%	5.49%
3	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	10.45%	4.46%	18.02%	32.92%
4	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	14.93%	13.24%	43.34%	71.51%
5	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	4.48%	1.23%	5.13%	10.83%
6	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	2.99%	0.90%	4.06%	7.95%
7	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	5.97%	2.97%	0.42%	9.36%
8	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	8.96%	5.62%	2.94%	17.51%
9	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	2.99%	0.90%	0.26%	4.15%
10	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	25.37%	56.40%	14.07%	95.84%
11	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	13.43%	10.34%	6.88%	30.65%
12	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	2.99%	2.39%	0.35%	5.73%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>300.00%</b>

La variable de frecuencia relativa es atribuida mayormente a la especie *Scaevola plumieri* cuyo valor es de 25.37%, por lo que se trata de la especie que se repite un mayor número de veces durante el muestreo, mientras que *Randia tetraacantha*, *Celastrus pringlei*, *Stegnosperma cubense* y *Gouania lupuloides* poseen por igual un valor de 2.99% en esta variable, lo que conlleva a que son las especies cuya población se registra con menor periodicidad. En cuanto a la variable de densidad relativa *Scaevola plumieri* (56.40%) por lo cual de acuerdo a la superficie muestreada la población es la especie más concentrada, mientras que la los individuos de la especie *Celastrus pringlei* (0.65%) se encuentra más aislada, ya que posee el menor valor de dicha variable. *Celtis iguanaea* (43.34%) es el arbusto que cuenta con una estructura foliar de mayor cobertura, por lo que se le adjudica el más elevado valor de dominancia relativa, en contraste a lo anterior, *Randia tetraacantha* (0.26%) presenta el menor valor de esta variable.

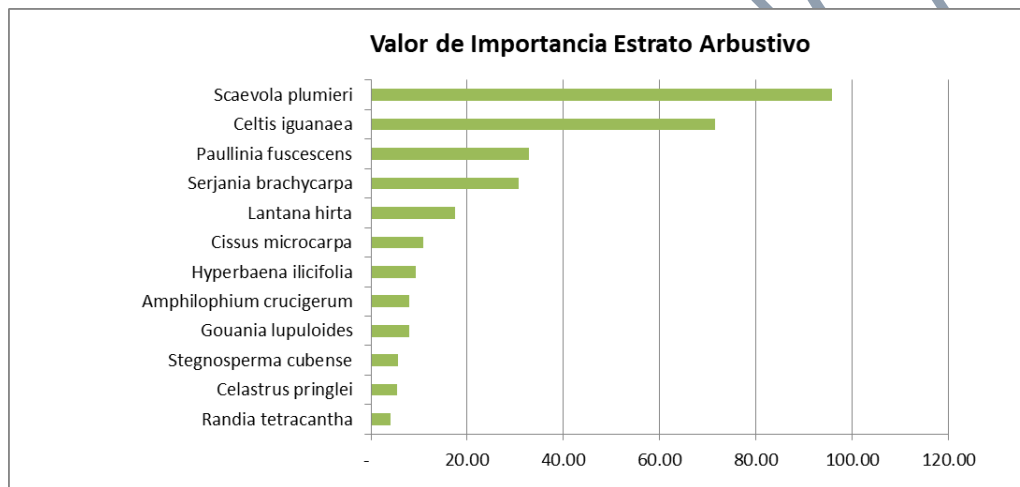


Figura 81. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato arbustivo.

Conforme a la Figura el carácter y estructura de la comunidad arbustiva en el área del proyecto la especie *Scaevola plumieri* es la que más contribuye, a consecuencia de que cuenta con el mayor Índice de Valor de Importancia, dicho valor es de 95.84%, acorde a lo anterior, algunas otras especies importantes son *Serjania brachycarpa* (30.65%), *Paullinia fuscescens* (32.92%) y *Celtis iguanaea* (71.51%). En cambio, *Randia tetraacantha* es la especie de menor representatividad en la comunidad florística arbustiva, con un IVI de 4.15%.

### Estrato Herbáceo

Tabla 129. Valor de importancia en el estrato herbáceo en el área del proyecto.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	2.60%	11.97%	2.20%	16.77%
2	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	4.55%	2.28%	2.73%	9.55%
3	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	4.55%	2.85%	3.36%	10.75%
4	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	2.60%	4.27%	2.94%	9.81%
5	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	6.49%	2.85%	5.77%	15.12%



NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
6	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	49.35%	58.96%	59.60%	167.92%
7	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	1.95%	0.86%	0.94%	3.75%
8	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	2.60%	1.43%	1.47%	5.49%
9	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	5.84%	3.13%	3.99%	12.96%
10	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	1.95%	0.86%	2.10%	4.90%
11	Guinar	<i>Sida glabra</i>	10.39%	6.84%	8.92%	26.15%
12	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	4.55%	2.28%	4.20%	11.02%
13	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	2.60%	1.43%	1.78%	5.81%
<b>Total</b>			<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>300.00%</b>

Acorde a la Tabla , en el estrato herbáceo *Panicum maximum* con 49.35% es la especie que cuenta con más elevado valor de frecuencia relativa, por tanto, es la especie registrada con mayor periodicidad en distintas unidades de muestreo, en contraste, el valor más bajo es de 1.95% y lo poseen las especies *Petiveria alliacea* y *Sicyos barbatus*. La densidad con la que se encuentran distribuidos los individuos en la superficie (densidad relativa) resulta ser más concentrada en el estrato la de *Panicum maximum* (58.96%), por el contrario, la especie con la población menos densa del estrato es la de *Petiveria alliacea* (0.86%) y *Sicyos barbatus* (0.86%). La variable de dominancia relativa es atribuida a *Panicum maximum* (59.60%), por lo que en una proyección en plano, el tamaño de su estructura foliar es mayor en comparación con otras especies, en contraste, el menor valor de esta variable lo posee *Petiveria alliacea* (0.94%).

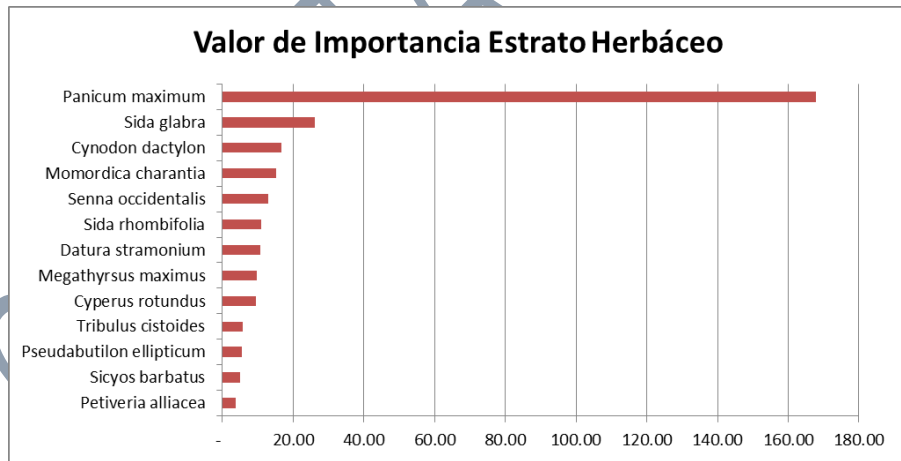


Figura 82. Gráfica del valor de importancia de las especies del estrato herbáceo.

Con base a la Figura , la estructura bidimensional de la comunidad herbácea en el área del proyecto muestra que *Panicum maximum* con un Índice de Valor de Importancia de 167.92% es la especie de mayor importancia, producto de sus frecuencia densidad y cobertura en el sistema natural. Las especies restante cuentan con un IVI menor a 27.00%, en consecuencia, la especie menos importante del estrato es *Petiveria alliacea* la cual posee un IVI de 3.75%.

#### IV.2.2.1.4.5. Cálculo y análisis del índice de Shannon y Equidad de especies

La **diversidad alfa** representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (es este caso por tipo de vegetación), y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies, y la abundancia relativa de especies. Existen muchos índices para calcular diversidad alfa. La gran mayoría de estos índices de diversidad utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa, solamente que las operaciones matemáticas de estos valores se organizan de diferentes formas.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el SAR y en el AP se utilizó la **riqueza específica**, el índice de **Shannon - Wiener** y la **equidad de Pielou**, el primero es el índice más utilizado en ecología para el análisis de comunidades.

##### IV.2.2.1.4.5.1. Metodologías utilizadas

A continuación, se describen las principales metodologías utilizadas para calcular el índice de Shannon y equidad de Pielou.

##### 1) Riqueza específica

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

##### 2) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de **Shannon-Wiener** es el más utilizado en ecología para el análisis de comunidades, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (House P., *et. al.* 2006). Este índice nos da como resultado la diversidad existente para una determinada área de estudio, es decir, entre mayor sea el grado de incertidumbre mayor será la diversidad.

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

Donde:

$H$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

$P_i$  = Densidad proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

$\ln P_i$  = logaritmo natural de  $P_i$ .

El Índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de  $S$  (Riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988).

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, de 0-2 refiere que la muestra obtiene una diversidad baja, valores entre 2-3 refiere una diversidad media y valores mayores a 3 describe una diversidad alta.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{\max} = \ln(S)$$

### 3) Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$\text{Pielou } J = H / \ln(S)$$

Donde:

$J$  = Equitatividad de Pielou.

$H$  = Índice de diversidad de Shannon.

$\ln(S)$  = Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Los resultados obtenidos de los índices antes descritos se presentan a continuación para cada tipo de vegetación, por estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Se anexan hojas de cálculo en formato Excel (ANEXO I y J).

#### IV.2.2.1.4.5.2. Resultados y análisis para el Sistema ambiental regional (SAR)

##### \* **Diversidad de la Vegetación (Índice de Biodiversidad Shannon-Wiener)**

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos

índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Para el cálculo del índice de biodiversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H).

Si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90% de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10% se distribuye entre las otras 9, la equitabilidad se considera baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuentan con el 10% del total de los individuos, la equitabilidad se considera máxima.

Para estimar la diversidad debe considerarse que:

1. Se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica. Es raro que se estime la diversidad de toda la comunidad, por lo general, se mide la diversidad en un fragmento de la misma que se denomina taxocenosis (e.g., diversidad de aves, de árboles, del fitoplancton, etc.).
2. Los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir entre, por ejemplo, los sexos de una misma especie o, entre etapas del desarrollo (larva – pupa – adulto).

Para interpretar la diversidad debe tenerse en cuenta que se está trabajando con una variable nominal. Las categorías son las especies y por lo tanto el único valor de tendencia central que puede obtenerse es la moda (categoría con mayor frecuencia, en este caso la especie más abundante), siendo imposible calcular un promedio o una mediana. Sí puede medirse la dispersión, la distribución de las observaciones entre categorías que se relacionan con el concepto de diversidad. Numerosos índices han sido propuestos para caracterizar la riqueza de especies y la equitabilidad, denominados índices de riqueza e índices de equitabilidad, respectivamente. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitabilidad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad. Una de las principales críticas a estos índices es que combinan y, por lo tanto, confunden un conjunto de variables que caracterizan a la estructura de la comunidad: (a) el número de especies (riqueza específica), (b) la abundancia relativa de las especies (equitabilidad), y (c) la homogeneidad y el tamaño del área muestreada.

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones

de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi ), y (2) el índice de Shannon-Wiener (H').

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), H', se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Donde H' es el índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

$$H'_{m\acute{a}x} = -S \left( \frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

De acuerdo a lo anterior, el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden presentar valores aún más altos. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema. La interpretación de este índice se hizo en base a lo indicado por Magurran (1988), quien menciona que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3.4 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,5 como de diversidad alta.

En cuanto al Índice de Equitatividad (J), se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies. El valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia (J=1). Por lo tanto, este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{- \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i}{\log_2 S}$$

Los resultados a partir de los datos levantados en el muestreo propio de riqueza, abundancia relativa y biodiversidad por tipo de vegetación se presentan a continuación.

### Estrato Arbóreo

Tabla 130. Índice de Shannon del estrato arbóreo en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	56	0.024	-5.406	-0.127
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	169	0.071	-3.813	-0.271
3	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>	2	0.001	-10.214	-0.009
4	Palma de coco	<i>Coco nucifera</i>	3	0.001	-9.629	-0.012
5	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	206	0.087	-3.527	-0.306
6	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	1,400	0.589	-0.763	-0.449
7	Palo acanalado	<i>Cupania glabra</i>	187	0.079	-3.667	-0.289
8	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	9	0.004	-8.044	-0.030
9	Cacanhual	<i>Gliricidia sepium</i>	10	0.004	-7.892	-0.033
10	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	129	0.054	-4.202	-0.228
11	Mango	<i>Mangifera indica</i>	25	0.011	-6.570	-0.069
12	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	68	0.029	-5.126	-0.147
13	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	29	0.012	-6.356	-0.078
14	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	4	0.002	-9.214	-0.016
15	Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>	26	0.011	-6.513	-0.071
16	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	9	0.004	-8.044	-0.030
17	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	10	0.004	-7.892	-0.033
18	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>	23	0.010	-6.690	-0.065
19	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	10	0.004	-7.892	-0.033
<b>TOTAL</b>			<b>2,375</b>	<b>BIODIVERSIDAD (H')</b>		<b>2.2977</b>
				<b>BIODIV. MÁXIMA (H' max)</b>		<b>4.2479</b>
				<b>EQUITATIVIDAD (J')</b>		<b>0.5409</b>

De acuerdo a la anterior, en el SAR de acuerdo a los datos recabados y el análisis pertinente el estrato arbóreo, se obtuvo un índice de biodiversidad de 2.2977 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 4.2479 bits/Ind, y un índice de equitatividad de 0.5409. Por lo anterior, se concluye que la biodiversidad que presenta el estrato dado el índice obtenido es media, mientras que la biodiversidad máxima posible es aún mayor, considerándose una alta biodiversidad, mientras que la equitatividad con la que son distribuidos el número de individuos por especies resulta ser muy heterogéneo, existiendo una especie dominante (*Crateva tapia*), lo que enmarca la existencia de condiciones y perturbaciones que favorecen el desarrollo de una especie sobre otra.



### Estrato Arbustivo

Tabla 131. Índice de Shannon del estrato arbustivo en el SAR.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	14	0.003	-8.286	-0.027
2	Guamora	<i>Bromelia pinguin</i>	23	0.005	-7.570	-0.040
3	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	23	0.005	-7.570	-0.040
4	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	205	0.047	-4.414	-0.207
5	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	400	0.092	-3.450	-0.316
6	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	28	0.006	-7.286	-0.047
7	Bejuco cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	23	0.005	-7.570	-0.040
8	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	19	0.004	-7.846	-0.034
9	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	1,187	0.272	-1.881	-0.511
10	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	14	0.003	-8.286	-0.027
11	Otatillo	<i>Lasiacis divaricata</i>	50	0.011	-6.450	-0.074
12	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	41	0.009	-6.736	-0.063
13	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	1,696	0.388	-1.366	-0.530
14	Retama	<i>Senna obtusifolia</i>	19	0.004	-7.846	-0.034
15	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	541	0.124	-3.014	-0.373
16	Bejuco 3 costillas	<i>Serjania triquetra</i>	10	0.002	-8.772	-0.020
17	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	78	0.018	-5.808	-0.104
<b>TOTAL</b>			<b>4,371</b>	<b>BIODIVERSIDAD (H')</b>		<b>2.4846</b>
				<b>BIODIV. MÁXIMA (H' max)</b>		<b>4.0875</b>
				<b>EQUITATIVIDAD (J')</b>		<b>0.6073</b>

El estrato arbustivo por su parte como se muestra en la tabla anterior, presenta un índice de biodiversidad de 2.4846 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 4.0875 bits/ind y un índice de equitatividad de 0.6073. La comunidad florística muestreada con base a lo anterior se afirma que la biodiversidad es media, mientras que la biodiversidad máxima enmarca la posibilidad de obtener una biodiversidad alta, en cuyo caso los individuos se encontrasen igualmente representados, sin embargo, no es el caso, ya que la equitatividad es muy heterogénea en la distribución de individuos por especie, dando lugar a la presencia de impactos y condiciones ambientales dan lugar a especies dominantes mejor adaptadas (*Scaevola plumieri* y *Hyperbaena ilicifolia*).

### Estrato Herbáceo

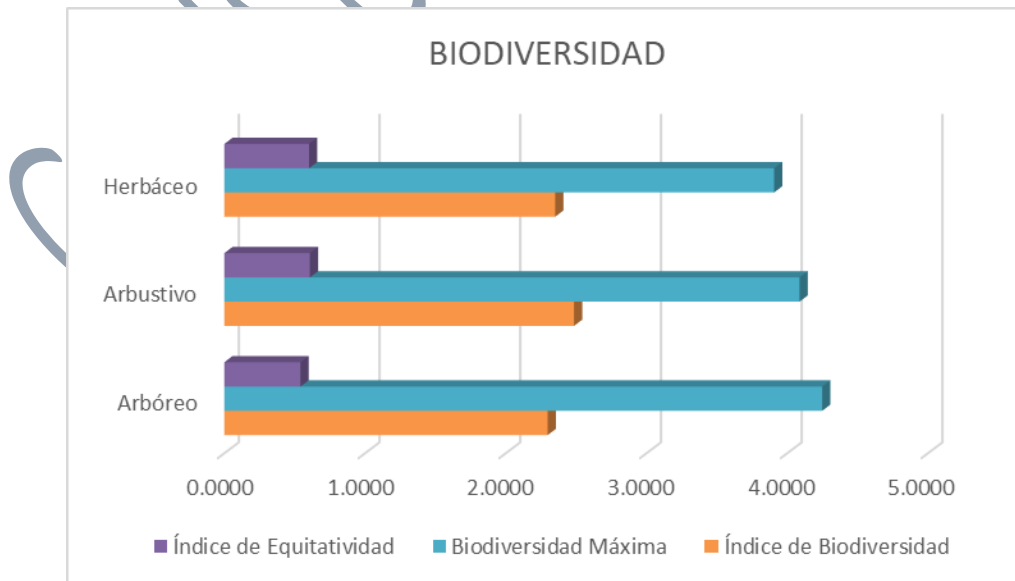
Tabla 132. Índice de Shannon del estrato herbáceo en el SAR.

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
1	Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>	182	0.009	-6.754	-0.063
2	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	1,000	0.051	-4.296	-0.219
3	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	728	0.037	-4.754	-0.176
4	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	546	0.028	-5.169	-0.144
5	Hierba de la golondrina	<i>Euphorbia brasiliensis</i>	182	0.009	-6.754	-0.063

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
6	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	546	0.028	-5.169	-0.144
7	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	364	0.019	-5.754	-0.107
8	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	12,182	0.620	-0.689	-0.427
9	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	910	0.046	-4.432	-0.205
10	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	455	0.023	-5.432	-0.126
11	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	364	0.019	-5.754	-0.107
12	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	455	0.023	-5.432	-0.126
13	Guinar	<i>Sida glabra</i>	728	0.037	-4.754	-0.176
14	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	455	0.023	-5.432	-0.126
15	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	546	0.028	-5.169	-0.144
<b>TOTAL</b>			<b>19,643</b>	<b>BIODIVERSIDAD (H')</b>		<b>2.3508</b>
				<b>BIODIV. MÁXIMA (H' max)</b>		<b>3.9069</b>
				<b>EQUITATIVIDAD (J')</b>		<b>0.6017</b>

El estrato herbáceo en el SAR de acuerdo a los análisis correspondientes que se muestran en la tabla anterior, cuenta con un índice de biodiversidad de 2.3508 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 3.9069 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.6017. Por lo antepuesto en un inicio, se infiere que la comunidad herbácea posee una biodiversidad media, y una biodiversidad maxima posible considerada como alta, por otro lado, se observa la existencia de especies dominantes (*Panicum máximo*) cuya población es significativamente mayor al de las especies menos abundantes, lo cual enmarca condiciones y perturbaciones en el sitio que favorecen a algunos tipos de herbáceas sobre otras.

A continuación, se presenta un resumen los índices de biodiversidad obtenidos por cada uno de los estratos en el SAR:



**Figura 83. Gráfica de la biodiversidad de los estratos en el SAR.**

Como se puede observar en la Figura , el índice de biodiversidad más elevado en el SAR en la vegetación de Selva baja caducifolia lo posee el estrato arbustivo, seguido del herbáceo y en último lugar el arbóreo. Por otra parte, la biodiversidad máxima es mayor en el estrato arbóreo, en segundo lugar, el estrato arbustivo y resulta ser menor el estrato herbáceo. El estrato arbustivo presenta en su estructura una comunidad el mayor índice de equitatividad, y enseguida el herbáceo y finalmente el estrato arbóreo; en los tres estratos se percibe una diferencia significativa en la población de las especies dominantes con respecto a las menos abundantes debido a los bajos valores en este último índice.

#### IV.2.2.1.4.5.3. Resultados y análisis para el Área del Proyecto (AP)

##### \* Diversidad de la Vegetación (Índice de Biodiversidad Shannon-Wiener)

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Para el cálculo del índice de biodiversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H).

Si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitatividad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90% de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10% se distribuye entre las otras 9, la equitatividad se considera baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuenta con el 10% del total de los individuos, la equitatividad se considera máxima.

Para estimar la diversidad debe considerarse que:

3. Se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica. Es raro que se estime la diversidad de toda la comunidad, por lo general, se mide la diversidad en un fragmento de la misma que se denomina taxocenosis (e.g., diversidad de aves, de árboles, del fitoplancton, etc.).
4. Los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir entre, por ejemplo, los sexos de una misma especie o, entre etapas del desarrollo (larva – pupa – adulto).

Para interpretar la diversidad debe tenerse en cuenta que se está trabajando con una variable nominal. Las categorías son las especies y por lo tanto el único valor de tendencia central que puede

obtenerse es la moda (categoría con mayor frecuencia, en este caso la especie más abundante), siendo imposible calcular un promedio o una mediana. Sí puede medirse la dispersión, la distribución de las observaciones entre categorías que se relacionan con el concepto de diversidad. Numerosos índices han sido propuestos para caracterizar la riqueza de especies y la equitatividad, denominados índices de riqueza e índices de equitatividad, respectivamente. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitatividad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad. Una de las principales críticas a estos índices es que combinan y, por lo tanto, confunden un conjunto de variables que caracterizan a la estructura de la comunidad: (a) el número de especies (riqueza específica), (b) la abundancia relativa de las especies (equitatividad), y (c) la homogeneidad y el tamaño del área muestreada.

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson ( $DS_i$ ), y (2) el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ).

El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949),  $H'$ , se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por  $S$  clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_1, \dots, p_S$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Donde  $H'$  es el índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies  $S$ . También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de  $S$  especies y  $N$  individuos. Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y,  $H'$  será máxima cuando todas las especies  $S$  estén representadas por el mismo número de individuos  $n_i$ , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como  $e$  (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

$$H'_{\text{máx}} = -S \left( \frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

De acuerdo a lo anterior, el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden presentar valores aún más altos. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema. La interpretación de este índice se hizo en base a lo indicado por Magurran (1988), quien menciona que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3.4 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,5 como de diversidad alta.

En cuanto al Índice de Equitatividad (J), se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies. El valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia (J=1). Por lo tanto, este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

Los resultados a partir de los datos levantados en el muestreo propio de riqueza, abundancia relativa y biodiversidad por tipo de vegetación se presentan a continuación.

### Estrato Arbóreo

Tabla 133. Índice de Shannon del estrato arbóreo en el área del proyecto.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Acacia cymbispina</i>	Espino blanco	16	0.010	-6.632	-0.067
2	<i>Acacia hindsii</i>	Huizcolote	5	0.003	-8.310	-0.026
3	<i>Cordia seleriana</i>	Coliguana	101	0.064	-3.974	-0.253
4	<i>Crateva tapia</i>	Búlillo	1,276	0.804	-0.315	-0.253
5	<i>Ficus pertusa</i>	Camichin	5	0.003	-8.310	-0.026
6	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasima	110	0.069	-3.851	-0.267
7	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	71	0.045	-4.482	-0.201
8	<i>Sapium lateriflorum</i>	Amatillo capulin	3	0.002	-9.047	-0.017
<b>TOTAL</b>			<b>1,587</b>	<b>BIODIVERSIDAD (H')</b>		<b>1.1097</b>
				<b>BIODIV. MÁXIMA (H' max)</b>		<b>3.0000</b>
				<b>EQUITATIVIDAD (J')</b>		<b>0.3699</b>

Como se muestra en la Tabla el estrato arbóreo presenta un índice de biodiversidad de 1.1097 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 3.0000 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriores un índice de equitatividad de 0.3699. Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos la comunidad arbórea del área del proyecto posee una biodiversidad baja, mientras que la máxima posible se clasifica como media, no obstante, se denota la clara existencia de condiciones y perturbaciones que favorecen al desarrollo de una especie sobre otra, dando lugar a especies dominantes, en donde la diferencia de abundancia con respecto a las menos abundantes es significativa.

## Estrato Arbustivo

**Tabla 134. Índice de Shannon del estrato arbustivo en el área del proyecto.**

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Amphilophium crucigerum</i>	Bejuco faja de vieja	14	0.009	-6.789	-0.061
2	<i>Celastrus pringlei</i>	Bejuco matapalos	10	0.006	-7.274	-0.047
3	<i>Paullinia fuscescens</i>	Bejuco corona	69	0.045	-4.488	-0.200
4	<i>Celtis iguanaea</i>	Granjeno	205	0.132	-2.917	-0.386
5	<i>Cissus microcarpa</i>	Bejuco tripa de vaca	19	0.012	-6.348	-0.078
6	<i>Gouania lupuloides</i>	Zarzar tamborcillo	14	0.009	-6.789	-0.061
7	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	Gordadura	46	0.030	-5.073	-0.151
8	<i>Lantana hirta</i>	Mora silvestre	87	0.056	-4.153	-0.233
9	<i>Randia tetraantha</i>	Crucillo	14	0.009	-6.789	-0.061
10	<i>Scaevola plumieri</i>	Bejuco costero	873	0.564	-0.826	-0.466
11	<i>Serjania brachycarpa</i>	Bejuco serjania	160	0.103	-3.274	-0.338
12	<i>Stegnosperma cubense</i>	Bejuco coliguano	37	0.024	-5.387	-0.129
<b>TOTAL</b>			<b>1,548</b>	<b>BIODIVERSIDAD (H')</b>		<b>2.2127</b>
				<b>BIODIV. MÁXIMA (H' max)</b>		<b>3.5850</b>
				<b>EQUITATIVIDAD (J')</b>		<b>0.6172</b>

En el estrato arbustivo el índice de biodiversidad obtenido es de 2.4846 bits/individuo, el índice de biodiversidad máxima de 4.0875 bits/ind, y finalmente el índice de equitatividad, cociente entre los valores antes mencionados es de 0.6073. La biodiversidad del estrato arbustivo se clasifica como media, mientras que la biodiversidad máxima posible como alta, por otro lado, la equitatividad con la que se distribuye el número de individuos por especies es heterogénea, lo cual indica que la diferencia de la población entre las especies más y menos abundantes es significativa, dando lugar a una estructura vegetal dominada por una especie (*Scaevola plumieri*)

## Estrato Herbáceo

**Tabla 135. Índice de Shannon del estrato herbáceo en el área del proyecto.**

No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto grama	3,819	0.120	-3.063	-0.367
2	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquillo	728	0.023	-5.454	-0.124
3	<i>Datura stramonium</i>	Toluache	910	0.029	-5.132	-0.146
4	<i>Megathyrsus maximus</i>	Pasto guinea	1,364	0.043	-4.548	-0.194
5	<i>Momordica charantia</i>	Pepinillo amarillo	910	0.029	-5.132	-0.146
6	<i>Panicum maximum</i>	Pasto tanzania	18,819	0.590	-0.762	-0.449
7	<i>Petiveria alliacea</i>	Arriscale patras	273	0.009	-6.869	-0.059



No.	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	ÍNDICE DE SHANNON			
8	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	Acapan	455	0.014	-6.132	-0.087	
9	<i>Senna occidentalis</i>	Sena	1,000	0.031	-4.996	-0.157	
10	<i>Sicyos barbatus</i>	Chayotillo tronador	273	0.009	-6.869	-0.059	
11	<i>Sida glabra</i>	Guinar	2,182	0.068	-3.871	-0.265	
12	<i>Sida rhombifolia</i>	Guinar morado	728	0.023	-5.454	-0.124	
13	<i>Tribulus cistoides</i>	Abrojo	455	0.014	-6.132	-0.087	
<b>TOTAL</b>			<b>31,916</b>	<b>BIODIVERSIDAD (H')</b>		<b>2.2653</b>	
				<b>BIODIV. MÁXIMA (H' max)</b>		<b>3.7004</b>	
				<b>EQUITATIVIDAD (J')</b>		<b>0.6122</b>	

De acuerdo a la tabla anterior el estrato herbáceo posee un índice de biodiversidad de 2.2653 bits/individuo, un índice de biodiversidad máxima de 3.7004 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriormente mencionados el estrato cuenta con un índice de equitatividad de 0.6122. Lo anterior determina que la biodiversidad de la comunidad herbácea es media, mientras se espera una alta biodiversidad de acuerdo al valor máximo posible, se observa una clara existencia de una especie dominante (*Panicum máximum*) la cual se encuentra mayormente representada en el área del proyecto, lo cual indica la presencia de impactos que favorecen o afectan el desarrollo de algunas especies.

A continuación, se presenta un resumen los índices de biodiversidad obtenidos por cada uno de los estratos en el área del proyecto:

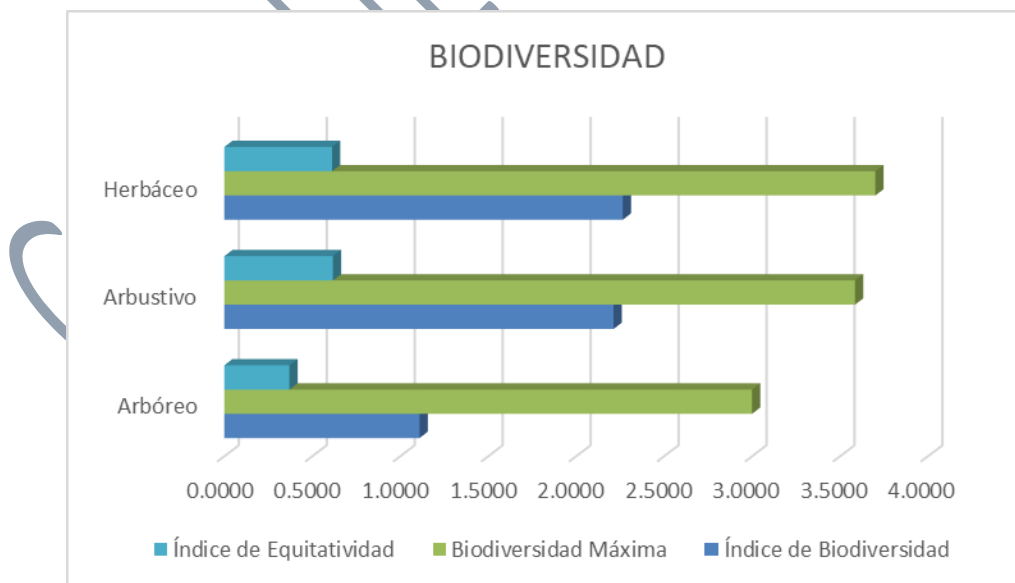


Figura 84. Gráfica de la biodiversidad de los estratos en el área del proyecto.

Con base a la Figura , el estrato herbáceo posee la biodiversidad más elevada en el área del proyecto, en segundo lugar el estrato arbustivo, en ambos casos se clasifica como media, por el contrario la comunidad arbórea la biodiversidad es baja, debido a que cuenta con el menor valor de este índice. La biodiversidad máxima por parte de los estratos herbáceo y arbustivo proyecta una clasificación alta, mientras que el arbóreo como media. En todos lo estrato se establece la existencia de especies dominantes, las cuales se derivan de las condiciones y perturbaciones existentes, lo que ocasiona que unas especies se encuentren en mayor abundancia debido a su capacidad de adaptación, siendo aún más notable en el estrato arbóreo, quien cuenta con el menor índice de equitatividad.

**IV.2.2.1.4.6. Resumen de los índices de diversidad y valor de importancia ecológica (IVIE) del Área del Proyecto y el Sistema ambiental regional.**

**\* Especies de Flora catalogadas en la NOM-059 SEMARNAT- 2010 en el SAR y AP**

Con base en los resultados del muestreo, no se registraron especies listadas bajo algún estatus, de acuerdo con la **NOM-059 SEMARNAT 2010** sin embargo, es importante mencionar que, como medida de prevención se propone el rescate de aquellos individuos que pudieran ser afectados durante el proceso de construcción. Las especificaciones se presentan en el Programa de rescate y reubicación de flora (ANEXO B).

**\* Representatividad de las especies dentro del SAR y el AP**

En este apartado se presenta un análisis comparativo entre las especies presentes en el AP y el SAR, el análisis se divide por estratos; posteriormente se presenta un análisis comparativo de la diversidad.

De acuerdo con la tabla siguiente se puede observar que, para el caso del estrato arbustivo y herbáceo todas las especies presentes en el AP se encuentran representadas dentro del SAR, es importante señalar que el listado florístico para el área del SAR es mayor respecto al AP.

**\* Selva baja caducifolia (SBC)**

Tabla 136. Listado de comparación de especies del estrato arbóreo de la vegetación SBC e IVIE%.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	4.55	1.01	1.45	7.01	6.67	2.36	3.16%	12.19%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	1.52	0.32	0.00	1.83	2.86	7.12	0.70%	10.67%
3	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	12.12	6.36	13.31	31.79	16.19	8.67	20.30%	45.17%
4	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	33.33	80.40	20.28	134.02	20.00	58.95	20.29%	99.24%
5	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	3.03	0.32	6.92	10.27	2.86	0.38	0.86%	4.10%
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	21.21	6.93	35.10	63.24	15.24	5.43	37.72%	58.39%
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	21.21	4.47	22.77	48.46	11.43	2.86	12.81%	27.10%
8	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	3.03	0.19	0.17	3.39	2.86	0.38	0.15%	3.39%

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
9	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>					0.95	0.08	0.05%	1.09%
10	Palma de coco	<i>Coco nucifera</i>					1.90	0.13	0.28%	2.31%
11	Palo acanalado	<i>Cupania glabra</i>					1.90	7.87	0.01%	9.78%
12	Cacahual	<i>Gliricidia sepium</i>					1.90	0.42	0.00%	2.33%
13	Mango	<i>Mangifera indica</i>					1.90	1.05	0.17%	3.13%
14	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>					0.95	1.22	2.30%	4.47%
15	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>					1.90	0.17	0.53%	2.60%
16	Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>					3.81	1.09	0.37%	5.28%
17	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>					1.90	0.42	0.00%	2.33%
18	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>					3.81	0.97	0.29%	5.07%
19	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>					0.95	0.42	0.00%	1.38%
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Tabla 137. Listado de comparación de especies del estrato arbustivo de la vegetación SBC e IVIE%.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	4.48	0.90	2.67	8.05	2.83	0.32	3.71	6.86
2	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	2.99	0.65	1.86	5.49	2.83	0.53	10.27	13.63
3	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	10.45	4.46	18.02	32.92	9.43	4.69	24.98	39.11
4	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	14.93	13.24	43.34	71.51	12.26	9.15	13.16	34.58
5	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	4.48	1.23	5.13	10.83	3.77	0.64	5.84	10.25
6	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	2.99	0.90	4.06	7.95	3.77	0.43	1.23	5.44
7	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	5.97	2.97	0.42	9.36	7.55	27.16	7.01	41.71
8	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	8.96	5.62	2.94	17.51	2.83	0.32	0.27	3.42
9	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	2.99	0.90	0.26	4.15	3.77	0.94	0.79	5.50
10	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	25.37	56.40	14.07	95.84	18.87	38.80	19.01	76.68
11	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	13.43	10.34	6.88	30.65	15.09	12.38	7.30	34.77
12	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	2.99	2.39	0.35	5.73	5.66	1.78	2.26	9.71
13	Guamora	<i>Bromelia pinguin</i>					1.89	0.53	0.31	2.72
14	Bejuco cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>					2.83	0.53	0.27	3.62
15	Otatillo	<i>Lasiacis divaricata</i>					1.89	1.14	0.02	3.05
16	Retama	<i>Senna obtusifolia</i>					2.83	0.43	0.09	3.35
17	Bejuco 3 costillas	<i>Serjania triquetra</i>					1.89	0.23	3.48	5.60
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

**Tabla 138. Listado de comparación de especies del estrato herbáceo de la vegetación SBC.**

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	2.60	11.97	2.20	16.77	3.62	5.09	2.48	11.20
2	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	4.55	2.28	2.73	9.55	5.07	3.71	2.63	11.41
3	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	4.55	2.85	3.36	10.75	2.17	2.78	1.02	5.98
4	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	2.60	4.27	2.94	9.81	2.17	2.78	1.61	6.56
5	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	6.49	2.85	5.77	15.12	2.90	1.85	2.63	7.38
6	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	49.35	58.96	59.60	167.92	55.80	62.02	68.91	186.72
7	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	1.95	0.86	0.94	3.75	3.62	4.63	3.36	11.61
8	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	2.60	1.43	1.47	5.49	2.90	2.32	1.17	6.38
9	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	5.84	3.13	3.99	12.96	2.90	1.85	2.34	7.09
10	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	1.95	0.86	2.10	4.90	3.62	2.32	3.21	9.15
11	Guinar	<i>Sida glabra</i>	10.39	6.84	8.92	26.15	5.07	3.71	3.80	12.57
12	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	4.55	2.28	4.20	11.02	3.62	2.32	3.21	9.15
13	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	2.60	1.43	1.78	5.81	3.62	2.78	2.19	8.59
14	Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>					1.45	0.93	0.58	2.96
15	Hierva de la golondrina	<i>Euphorbia brasiliensis</i>					1.45	0.93	0.88	3.25
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

- \* Comparativa de los índices de diversidad para el AP y el SAR donde se ubica el proyecto.

Los resultados obtenidos por tipo de vegetación entre el AP y el SAR se muestran en la siguiente tabla.

- \* **Selva baja caducifolia (SBC)**

**Tabla 139. comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.**

UNIDAD DE ANÁLISIS	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD	ESTRATO ARBÓREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
Sistema ambiental regional (SAR)	Riqueza de especies (S)	19	17	15
	Índice de Shannon (H)	2.2977	2.4846	2.3508
	Equitatividad de Pielou (J)	0.5409	0.6073	0.6017
Área del Proyecto (AP)	Riqueza de especies (S)	8	12	13
	Índice de Shannon (H)	1.1097	2.2127	2.2653
	Equitatividad de Pielou (J)	0.3699	0.6172	0.6122

De acuerdo a los resultados de riqueza y biodiversidad, se puede observar que en el Sistema ambiental regional (SAR) se tiene mayor presencia de especies en todos los estratos, siendo más significativo en el estrato de arbóreo donde se tiene 11 especies más en el SAR a comparación del AP, en el arbustivo con 5 especies más en el SAR que en el AP y finalmente el estrato herbáceo con dos especies más en el SAR que en el AP.

Para el área del sistema ambiental regional se encontraron 51 especies distribuidas en los 3 estratos para el área del SAR.

El índice de biodiversidad más elevado para el SAR en la vegetación de Selva baja caducifolia lo posee el estrato arbustivo, seguido del herbáceo y en último lugar el arbóreo.

Por otra parte, el estrato arbustivo presenta en su estructura el mayor índice de equitatividad, y enseguida el herbáceo y finalmente el estrato arbóreo; en los tres estratos se percibe una diferencia significativa en la población de las especies dominantes con respecto a las menos abundantes debido a los bajos valores en este último índice.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se concluye que el área del SAR respecto al AP presenta un mayor número de especies (riqueza específica), mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon para todos los estratos y por último equitatividades que demuestran una distribución homogénea, además todas las especies que se encontraron en el AP están representadas en el SAR. Cabe mencionar que el muestreo no arrojó especies que se encuentren registradas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo en el área del proyecto, sin embargo, es importante mencionar que, como medida de prevención se propone el rescate de aquellos individuos que pudieran ser afectados durante la realización del proyecto.

Las especificaciones se presentan en el Programa de rescate y reubicación de flora, con lo cual se comprueba que la ejecución del proyecto *no compromete la diversidad del Sistema ambiental regional*.

#### IV.2.2.1.5. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales en el área del proyecto.

En este capítulo se presenta la cuantificación del volumen de materia prima forestal presente en el área de remoción de la vegetación para el tipo de vegetación de **Selva Baja Caducifolia** (SBC).

Se tomo como principal criterio para definir como **Materia prima forestal** a Los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación; (LGDFS, artículo 7, fracción XXXVII); como **Recursos forestales**, a la vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales; (LGDFS, artículo 7, fracción XLVII); como **Recursos forestales maderables** a los constituidos por vegetación leñosa susceptibles de aprovechamiento o uso (LGDFS, artículo 7, fracción XLVIII.) y a los **Recursos forestales no maderables** la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, incluyendo líquenes, musgos, hongos y resinas, así como los suelos de terrenos forestales y preferentemente forestales (LGDFS, artículo 7, fracción XLIX).

#### IV.2.2.1.5.1. Metodología de muestreo

El muestreo es la herramienta que consiste en utilizar sitios denominados unidades de muestreo, éstas deben ser representativas de la población objeto de estudio sobre la cual se realiza la toma de datos necesaria para dar respuesta a los objetivos planeados. El número y la distribución de estas unidades está en función de la precisión requerida, el tiempo disponible y la heterogeneidad u homogeneidad de las comunidades a estudiarse (Carrillo, 2008).

##### IV.2.2.1.5.1.1. Diseño e intensidad de muestreo utilizado

Para cuantificar los volúmenes a remover dentro del proyecto de ampliación del proyecto "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668", se diseñó un tipo de muestreo forestal de tipo tipo estratificado, siendo la estratificación con base en dos parámetros: el primero corresponde con el tipo de vegetación forestal a afectar y el segundo, relacionado con la densidad del arbolado, éste último obtenido con base a las imágenes de satélite y a los datos de campo de los sitios de muestreo forestal levantados.

Con este método de muestreo, se logra estimar el volumen preciso al solo considerar la masa forestal a remover y muestrear lo necesario, con lo cual se reduce el error de muestreo y aumenta la confiabilidad de los datos. Para la clasificación de la cobertura se utilizaron imágenes de satélite de alta resolución.

El volumen a estimar es el que se encuentra dentro de las áreas forestales solicitadas los cuales suman una superficie de 8.7004 hectáreas cubiertas de vegetación característica de Selva Baja Caducifolia en su totalidd.

Con base a los recorridos de campo y con apoyo de imágenes satelitales, se delimitó el tipo de vegetación presente en la superficie de área del proyecto (AP) para el proyecto de ampliación del patio tepalcates e igualmente se corroboraron los límites en campo, obteniendo los resultados de la tabla 140.

Tabla 140. Distribución de la vegetación y uso del suelo en el área del proyecto

USO DE SUELO	SUPERFICIE TOTAL (HA)	PORCENTAJE
Infraestructura ferroviaria	2.0439	11.56
Pastizal inducido	6.9409	39.25
Selva Baja Caducifolia	8.7004	49.20
<b>TOTAL</b>	<b>17.6852</b>	<b>100.00</b>

El segundo criterio considerado en la estratificación para el muestreo forestal fué la densidad de la cobertura arbórea, en virtud de que existen áreas con el mismo tipo de vegetación, pero con diferente cobertura, para lo cual se definieron 2 niveles de cobertura. Este factor al igual que el anterior se obtuvo con los datos de campo (cobertura arborea) y con apoyo de trabajo en gabinete se fotointerpretó utilizando imágenes de satélite (ver tabla 141).



Tabla 141. Densidad de la cobertura arbórea

COBERTURA	NIVEL DE DENSIDAD	COBERTURA ARBÓREA
Baja	II	26-50
Media	III	51-75%

Como se mencionó anteriormente, para la estratificación se utilizó imágenes de satélite de alta resolución la cual cuenta con una resolución de 0.5 metros. La información de estas imágenes se validó a través de los recorridos de campo y la información obtenida de los sitios de muestreo forestal.

En todo inventario forestal que se realice a través de muestreos, mientras mayor variabilidad de los datos se tenga, se requerirá de una mayor intensidad de muestreo a fin de evitar que el error de muestreo aumente, para lo cual y como se justificó anteriormente, para la estimación del volumen se definió una estratificación de las áreas forestales a afectar con el objetivo de reducir la variabilidad y compactar en áreas más homogéneas la masa forestal a remover. Como resultado del proceso de estratificación se obtuvieron 2 estratos de la Selva Baja Caducifolia, en donde se muestrearon 22 sitios de 450 m<sup>2</sup>.

**Intensidad de Muestreo**

De acuerdo a lo anterior, se levantaron un total de **22 sitios** arrojando una superficie total muestreada de **0.99 ha** distribuido en toda el área del proyecto (**8,7004 ha**), lo que equivale un **11.38%** de la superficie total del área del proyecto.

El número total de sitios muestreados es la suma total de los sitios levantados en campo y se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación. Cabe hacer mención que la ecuación se aplicó a nivel predial.

$$n = \sum_{i=1}^n si$$

.....Ecuación de Sitios Muestreados.

Donde:

- n: Número de sitios muestreados
- Si: Sitio de muestreo i
- n= 22

La intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$IM = \frac{n}{N} * 100$$

.....Ecuación de Intensidad de Muestreo

Donde:

IM: Intensidad de muestreo

n: Número de sitios muestreados = 22

N: Tamaño poblacional = 193 para sitios de 450 m<sup>2</sup>

$$IM = \frac{22}{193} * 100 = 11.3\%$$

### Número de sitios de muestreo y su distribución

La distribución de los 22 sitios de muestreo corresponde de acuerdo al área forestal del estrato previamente delimitado, mismo que fue corroborado y ajustado con los datos en campo para obtener una estratificación definitiva como se muestra en la tabla 142 y figura 85.

Tabla 142. Estratificación de las áreas forestales

ESTRATO	TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA HA	SITIOS LEVANTADOS
Densidad Baja	Selva Baja Caducifolia	3.3877	6
Densidad Media	Selva Baja Caducifolia	5.3127	16
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>	<b>22</b>

Para definir el tamaño de muestra, se partió de una confiabilidad del 90% y de un error de muestreo del 10%. Debido a que previo al muestreo no se conoce la variabilidad dentro de cada estrato, se optó por definir una intensidad del muestreo mínima del 10%. De acuerdo a lo anterior, se procedió a levantar sitios rectangulares de 15x30 metros (450 m<sup>2</sup>), esto dentro de las áreas forestales del proyecto. Con estos preceptos se tiene una superficie de muestreo inventariada de 0.99 ha.

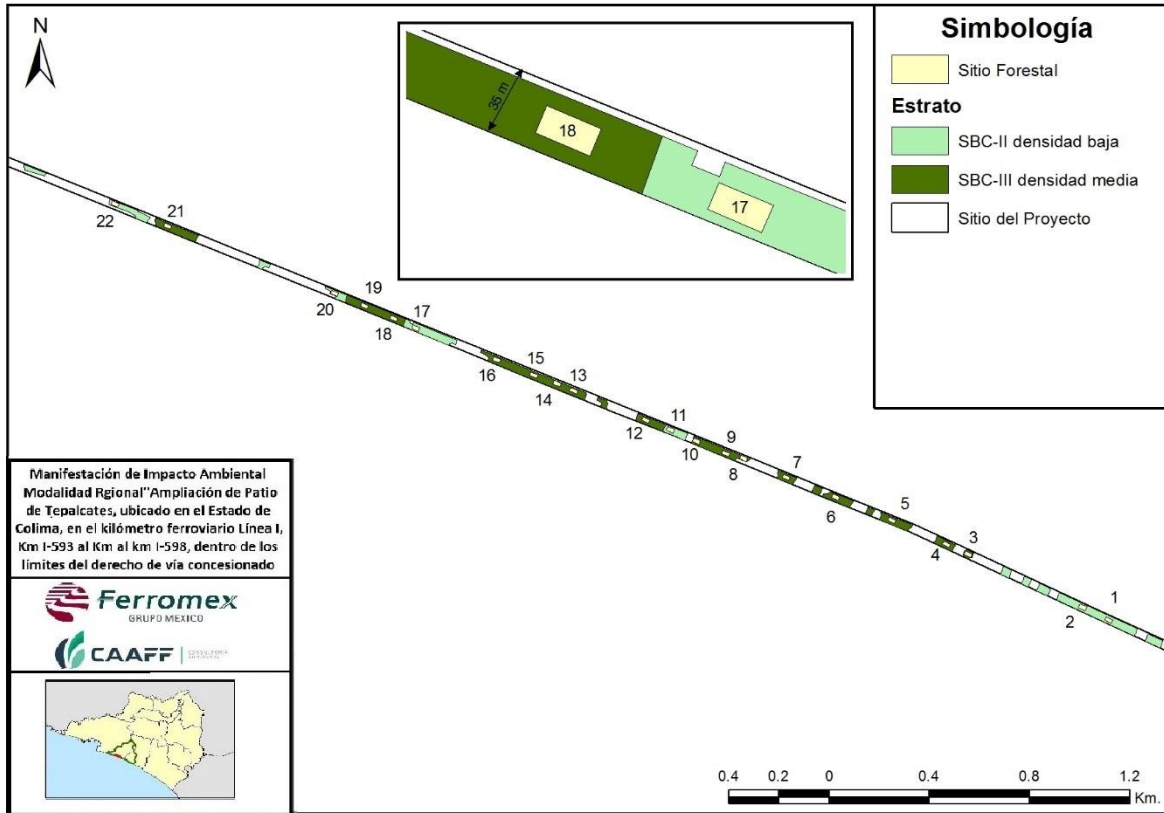


Figura 85. Distribución de los sitios de muestreo

### Forma de los sitios

Los árboles levantados fueron aquellos que cayeron dentro de sitios rectangulares de 450 m<sup>2</sup> (ver figura 2), esto con el fin de una mejor delimitación de los sitios dentro del área por afectar por el proyecto. Como el sitio del proyecto es lineal con un ancho de 35 metros de forma constante los sitios rectangulares son los más adecuados, facilitan su delimitación en campo considerando el centro del derecho de vía a afectar (DDV).

La información recabada en el campo se agrupa por estrato, dividiendo la flora en arbóreo, arbustivo, cactáceas, rosetáceas y herbáceo. En el estrato arbóreo se capta información sobre las características generales (especies, diámetro normal de aquellos individuos mayores de 7 cm y altura total), esto con la finalidad de cuantificar las especies y su valor de importancia dentro del sitio, mientras que en la información de los demás estratos se identificó la especie, forma de vida, diámetro de copa para los arbustivos, porcentaje de cubrimiento en el sitio para las herbáceas y número de individuos dentro del sitio. En el tipo de datos de control se toma en cuenta la información referente a la ubicación geográfica del sitio, brigada que tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo, etc.

Equipo y material utilizado en el inventario:

- Posicionadores geográficos (GPS)
- Pintura en aerosol
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Cuerdas
- Tablas de apoyo
- Lápices
- Machetes
- Vehículos de transporte
- Equipo de protección personal
- Brujulas

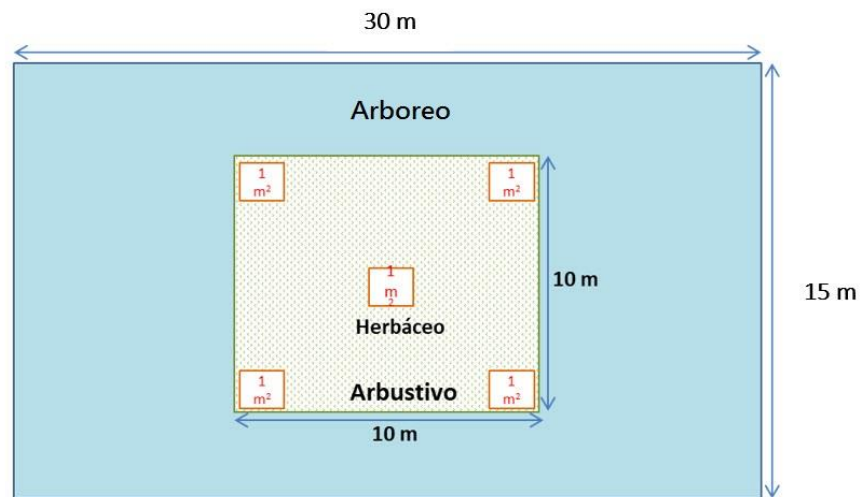


Figura 86. Forma y tamaño de los sitios levantados

El proceso del inventario forestal en el sitio comenzó con datos ecológicos del sitio y dasométricos identificando principalmente la especie, diámetro normal y altura total para individuos mayores a 7.5 cm de diámetro normal (DN), así como las condiciones ecológicas más importantes del sitio.

#### Tamaño de los sitios expresados en m<sup>2</sup>

Los árboles con dimensión de más de 7.5 de DN fueron medidos todos aquellos que cayeron dentro de sitios rectangulares (30 m x 15 m) de 450 m<sup>2</sup>, esto con el fin de una mejor delimitación de los sitios en campo se trazaron líneas con el eje central del DDV marcando los extremos del sitio con pintura en aerosol y cinta de precaución con el objetivo de fácil identificación y verificación posterior.



Tabla 143. Tamaño del sitio de muestreo

ESTRATO	NÚMERO DE SITIOS	DIMENSIÓN DEL SITIO DE MUESTREO (M <sup>2</sup> .)	FORMA DEL SITIO	SUPERFICIE MUESTREADA (M <sup>2</sup> )
Arbóreo	22	450	Cuadrado (30x15)	9,900
Arbustivo	22	100	Cuadrado (10x10)	2,200
Regeneración	22	100	Cuadrado (10x10)	2,200
Herbáceo	110	1	Cuadrado (1x1)	110

#### IV.2.2.1.5.1.2. Trabajo de campo

El proceso del inventario forestal en el sitio comenzó con datos ecológicos del sitio y dasométricos identificando principalmente la especie, diámetro normal y altura total para individuos mayores a 7.5 cm de diámetro a la altura del pecho, diámetro de copa en dos direcciones, esto para todos los árboles, para el caso de los arbustos se midió la altura, diámetro de la base y el diámetro del follaje o copa, mientras que en las herbáceas se cuantificaron el número de individuos por especie y la cobertura que representan, adicionalmente se cuantificaron las epifitas y la regeneración del estrato arbóreo presente en el sitio, así como las condiciones ecológicas más importantes del sitio.



Figura 87. Levantamiento de sitios forestales

**Coordenadas UTM WGS 84.**

Como los sitios son rectangulares se presenta en la siguiente tabla la coordenada central de cada uno de los vértices y el tipo de vegetación en el cual fue levantado (ver tabla 144).

**Tabla 144. Coordenadas UTM WGS84 Zona 13 de los sitios forestales levantados**

SITIO	ESTRATO	VÉRTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	Selva Baja Caducifolia densidad baja	1	588897.97	2097112.63
		2	588891.51	2097099.10
		3	588864.44	2097112.02
		4	588870.90	2097125.55
2	Selva Baja Caducifolia densidad baja	1	588793.59	2097164.70
		2	588787.11	2097151.18
		3	588760.05	2097164.14
		4	588766.53	2097177.67
3	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	588336.56	2097376.87
		2	588330.10	2097363.33
		3	588303.02	2097376.25
		4	588309.48	2097389.79
4	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	588250.14	2097416.12
		2	588243.68	2097402.58
		3	588216.60	2097415.50
		4	588223.06	2097429.04
5	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	588032.82	2097512.27
		2	588027.03	2097498.43
		3	587999.36	2097510.02
		4	588005.15	2097523.85
6	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	587807.21	2097605.04
		2	587801.42	2097591.20
		3	587773.75	2097602.79
		4	587779.54	2097616.62
7	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	587609.89	2097683.70
		2	587604.08	2097669.87
		3	587576.42	2097681.50
		4	587582.24	2097695.33
8	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	587439.34	2097759.91
		2	587433.55	2097746.08
		3	587405.88	2097757.66
		4	587411.67	2097771.50
9	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	587368.80	2097779.22
		2	587363.01	2097765.38
		3	587335.34	2097776.97
		4	587341.13	2097790.80
10	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	587251.56	2097829.13
		2	587245.76	2097815.29
		3	587218.09	2097826.88
		4	587223.88	2097840.72
11	Selva Baja Caducifolia densidad baja	1	587147.43	2097874.37
		2	587141.63	2097860.53



SITIO	ESTRATO	VÉRTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
		3	587113.96	2097872.12
		4	587119.76	2097885.96
12	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	587049.70	2097913.61
		2	587043.91	2097899.77
		3	587016.24	2097911.36
		4	587022.03	2097925.20
13	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	586761.24	2098030.54
		2	586755.45	2098016.70
		3	586727.78	2098028.29
		4	586733.57	2098042.13
14	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	586694.57	2098059.12
		2	586688.77	2098045.28
		3	586661.10	2098056.87
		4	586666.89	2098070.70
15	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	586601.39	2098093.33
		2	586595.60	2098079.49
		3	586567.93	2098091.08
		4	586573.72	2098104.92
16	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	586453.47	2098153.61
		2	586447.63	2098139.79
		3	586419.99	2098151.46
		4	586425.83	2098165.28
17	Selva Baja Caducifolia densidad baja	1	586130.35	2098280.53
		2	586124.52	2098266.71
		3	586096.88	2098278.38
		4	586102.72	2098292.19
18	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	586042.76	2098319.55
		2	586036.93	2098305.73
		3	586009.29	2098317.40
		4	586015.12	2098331.22
19	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	585925.00	2098370.01
		2	585919.17	2098356.19
		3	585891.53	2098367.86
		4	585897.36	2098381.67
20	Selva Baja Caducifolia densidad baja	1	585805.62	2098419.86
		2	585799.79	2098406.04
		3	585772.15	2098417.70
		4	585777.98	2098431.52
21	Selva Baja Caducifolia densidad media	1	585139.27	2098688.70
		2	585133.50	2098674.85
		3	585105.81	2098686.39
		4	585111.58	2098700.24
22	Selva Baja Caducifolia densidad baja	1	584928.66	2098776.86
		2	584922.89	2098763.01
		3	584895.20	2098774.55
		4	584900.97	2098788.40

### Justificación del método de muestreo

Derivado de los objetivos del inventario, que es la obtención de información detallada de las materias primas forestales que se ubican en las áreas del proyecto, en donde se concentrarán las actividades del proyecto "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668" y de acuerdo a las características de la vegetación presente, se definió un diseño de muestreo de tipo aleatorio pre-estratificado.

Tabla 145. Diseño Sistema de Muestreo Utilizado

NOMBRE DEL DISEÑO	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN DE SU UTILIZACIÓN
Muestreo Simple Aleatorio pre-estratificado	El diseño de muestreo simple aleatorio pre-estratificado considera la estratificación de las áreas forestales y las no forestales como primer nivel, para después clasificarla en áreas más homogéneas considerando la cobertura arbórea y tipo de vegetación, para enfocar el esfuerzo de muestreo en las áreas forestales, mismas que han sido delimitadas con la fotointerpretación de las áreas forestales, para asegurar una mejor estimación de los recursos forestales	La pre-estratificación aumenta la confiabilidad al tener áreas más homogéneas. Se cuenta con imágenes de satélite de alta resolución que permite delimitar la masa forestal. Se reduce la variabilidad en las variables dasométricas Se cuenta con equipos de geoposicionamiento (GPS) que apoyan la localización de sitios con buena precisión.

Schreuder et. al. (2,006) define al muestreo estratificado como: "En este método, la población de interés se divide en subpoblaciones o estratos convenientes. En este caso, la covariable x representa a los estratos, digamos que x = 1 representa al estrato de árboles maduros, x = 2 al estrato de árboles para postes, x = 3 a las áreas de matarrasa y x = 4 a las tierras agrícolas en el bosque. Ésta es una extensión simple, pero poderosa, del MSA (Muestreo Simple Aleatorio). Simplemente se realiza un MSA en cada estrato. La idea detrás de la estratificación tiene cuatro propósitos:

1. Proveer información sobre las subpoblaciones o estratos, y también sobre la población completa.
2. Dividir la población en estratos más homogéneos y mejorar la eficiencia de la estimación, haciendo una distribución de la muestra más eficiente.
3. Permitir la aplicación de diferentes procedimientos de muestreo en estratos diferentes, por ejemplo, el muestreo en la selva del Amazonas tal vez sea muy diferente al muestreo en las pampas u otras áreas menos boscosas.
4. Es conveniente, ya que el muestreo se puede hacer desde diferentes campamentos.

La estratificación del área del proyecto fue con base al tipo de vegetación y a la densidad de la cobertura de cada tipo de vegetación, obteniendo dos diferentes estratos para toda el área de del proyecto (Tabla 132), una vez estratificado no fue necesario subdividir estos (subrodalizar), ya de acuerdo a los sitios levantados en campo y a la fotointerpretación de imágenes de satélite se observó una composición homogénea al interior de los estratos ya definidos.

Se levantaron un total de 22 sitios de 450 m<sup>2</sup> con lo que se tiene una intensidad general con base a la superficie muestreada (0.99 ha) de una confiabilidad aceptable al ser esta mayor al 90% (92.89% como promedio para todo el área del proyecto) por la homogeneidad a nivel estrato, en cuanto al error de muestreo fue menor al 10% (9.82% como promedio en los 2 estratos, por lo que los sitios forestales levantado en campo son suficientes para los objetivos planteados (estimación de volumen a remover).

Las ventajas de este tipo de muestreo se resumen en asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de unas variables seleccionadas (área basal).

### Estimación de la confiabilidad y error de muestreo

Para conocer el error muestreo de nuestro inventario forestal, se estableció una confiabilidad aceptable del 90% o mayor, para lo cual se realizó el siguiente análisis:

El error de muestreo. Se calculó a través de las siguientes ecuaciones:

$$E\% = \frac{S_x * t}{x} 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación del error de muestreo.}$$

Donde:

E%: Error de muestreo en porciento

SX: Error estándar de la muestra

t: Valor en tablas de t de Student

x: Media muestral de la variable (volumen) a estimar el error de muestreo

$$S_x = \sqrt{\frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} \dots\dots\dots \text{Ecuación del error estándar.}$$

Donde:

S<sup>2</sup>: Varianza de la variable (volumen)

n: Número de sitios muestreados

N: Tamaño poblacional

**Tabla 146. Cálculo del error de muestreo y confiabilidad por estrato y promedio total**

PARÁMETRO	SBC densidad baja	SBC densidad media
Área en ha	3.3877	5.3127
n	6	16
N	75	118
Promedio	0.69723	3.35610
Varianza de area basal	0.02519	2.41
Desviacion Estandar	0.16	1.55
Sx	0.05	0.21

Grados de Libertad	5	21
Confiabilidad al 95%	0.1	0.1
Valor de t "Student" al 95%	1.57	1.47
<b>Error muestreo en %</b>	<b>10.55</b>	<b>9.09</b>
error	0.07	0.30
Coefficiente de Variacion (CV)	22.76	46.28
Maximo error permitido	10	10
Intensidad de muestreo	13.28	32.19
<b>Confiabilidad</b>	<b>91.50</b>	<b>94.29</b>

Con base a la tabla anterior se obtuvieron los errores de muestreo por estrato, como conclusión del cálculo de los errores de muestreo se tiene "con una confiabilidad del 90% los errores de muestreo en la totalidad del proyecto"

Para calcular la confiabilidad de nuestro error de muestreo, se partió de que se encuentra en función del error que es aceptable para el estudio y de la variabilidad de los datos obtenidos en campo, el error aceptable que se definió de un máximo del 10%. La variabilidad de los datos es de acorde a los datos levantados en campo y se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$CV = \frac{s}{x} * 100$$

... Ecuación de coeficiente de variación

Donde:

CV: Coeficiente de variación

s: Desviación estándar de la variable (volumen) a estimar la confiabilidad

x: Media muestral de la variable (volumen) a estimar la confiabilidad

La confiabilidad del muestreo parte de la ecuación para determinar el tamaño de muestra (n), el cual está en función del coeficiente de variación, Error de Muestreo, la confiabilidad expresada en valores de la distribución "t" de Student y el tamaño de la población, se presenta a continuación la ecuación:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

.....Ecuación de tamaño de muestra.

Partiendo del error aceptable definido en 10%, un número de sitios levantados, un tamaño de la población (en sitios) definidos de acuerdo al área de cada estrato y un coeficiente de variación calculado con la información levantada se despeja "t" de Student y se calcula la confiabilidad para el valor obtenido de acuerdo a "t" de tablas.

$$t = \sqrt{\frac{n * E^2}{CV^2 - \frac{n * CV^2}{N}}}$$

...Ecuación de valor de "t" de student

Donde:

t: Valor de "t" de Student

n: Número de sitios muestreados

E: Error de muestreo establecido en 10% como aceptable

CV: Coeficiente de variación

N: Tamaño poblacional en número de sitios totales

La distribución de "t" está en función de los grados de libertad y una confiabilidad deseada  $\sim f(GL, \alpha)$ . De esta misma manera conociendo el valor de "t" y los grados de libertad es posible obtener de manera inversa la confiabilidad. El cálculo de la confiabilidad se realizó en Excel ya que las tablas de valores de "t" de Student restringen los cálculos de confiabilidad a datos cerrados en rangos de 90, 95, 97.5, 99, etc. Por ciento, ver tabla 133.

## PROCESAMIENTO DE DATOS

Modelo utilizado para la estimación del volumen (m<sup>3</sup>)

Para el cálculo de volumen de las especies de selvas de la región aún se carece de tablas de volúmenes por especie que permita calcular con exactitud los volúmenes existentes en estas masas forestales.

La falta de estas herramientas como las tablas de volúmenes, ha hecho que lo más común que se use para determinar los volúmenes en bosques y selvas, es estimar el volumen mediante el uso de la fórmula del cilindro ( $0.7854 \times D^2 \times ALT.$ ) multiplicado por un coeficiente de forma, que para el caso de las selvas puede variar de entre 0.7 y 0.8, con la consecuente falta de precisión de las estimaciones.

Para solventar esta dificultad<sup>12</sup>, desde hace varios años se viene utilizando un paquete de software denominado SELVA 4.0 para procesar datos de inventarios de especies tropicales, elaborado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en el año de 1994. Este programa contiene las fórmulas de regresión que requieren algunas especies en particular y otras agrupándolas para obtener y procesar sus parámetros dasométricos utilizando las fórmulas empleadas son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupo de especies propias de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (INF, 1985, no existen referencias bibliográficas)

---

<sup>12</sup>EXPERIENCIAS DEL PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES RESPONSABLE DEL ESTUDIO (ETJ)

El modelo para el cálculo del volumen, considera el uso de 3 coeficientes mismos que toman diferentes valores de acuerdo a 13 diferentes grupos de especies, dependiendo sus características morfológicas, siendo el modelo siguiente:

$$\text{Volumen} = \text{Exp. } (C0 + C1 \text{ LN } (D) + C2 \text{ LN } (HT))$$

Donde D es el diámetro a la altura del pecho en centímetros, HT la altura en metros y C0, C1 y C2 son coeficientes que cuentan con diferentes valores de acuerdo a los 13 grupos de especies.

La clasificación en 13 diferentes grupos en especies tropicales del sureste mexicano, nos permitió desde hace algunos años identificar el modelo para cada tipo de especies debido a que varias especies consideradas también se desarrollan en esta región del pacífico.

**Tabla 147. Ejemplos de especies comunes entre el sureste y el pacífico y su modelo matemático**

MODELO	C0	C1	C2	GRUPO	ESPECIE
1	-9.64583328	1.79389367	1.03915044	Preciosas	Cedro rojo y caoba
2	-10.06001321	1.98160359	1.03695598	Preciosas	Cóbano
3	-9.53415154	1.85980581	0.96989346	Blandas Aprovechables de mayor porte	Mojo, ceiba, pochote
5	-9.88284891	1.91175328	1.04555238	Blandas Aprovechables	Cuajote, copal, burseras en general
8	-8.81312542	1.56449274	1.08361129	Duras Tropicales	Hincha huevos
9	-9.60981068	1.8285472	1.01082458	Otras especies	Cabezo
10	-9.5643815	1.82330416	1.01741981	Duras Tropicales	Parota, Tepemezquite, Chacalcahuil, Cuero de indio, Tepame Granadillo, Huizache Bálsamo, Chacalcahuil, Chihuilin, mezquite, Tepehuaje
11	-9.52774573	1.76329569	1.08168791	Otras especies	Texcalama, Palo de oido
12	-9.83322527	1.92412457	1.00970142	Restringidas	Culebro
13	-9.41737421	1.76385327	1.04067809	Duras Tropicales	Barcino, Alejo, Tampizirán, capire,, tazumbo, ozote, Cuerno de venado, panicua, pacueco
INF	-10.71439546	1.97139127	1.06409203	INF	Espino monte, chacalcahuil, suelda con suelda

En la tabla 135 se presenta el listado de las 8 especies de porte arbóreo encontrados en los 22 sitios levantados dentro del área del proyecto realizado, dentro del mismo cuadro se presenta el modelo o grupo utilizado para la estimación del volumen.

**Tabla 148. Ecuación o modelo utilizado para el cálculo de volumen**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FÓRMULA	FUENTE
Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	13	INIFAP Selva 4
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	10	INIFAP Selva 4
Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	13	INIFAP Selva 4



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FÓRMULA	FUENTE
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	INIFAP Selva 4
Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	11	INIFAP Selva 4
Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	10	INIFAP Selva 4
Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	13	INIFAP Selva 4

#### IV.2.2.1.5.2. Estimación del número de individuos y volumen total a remover

##### Número de individuos y volumen a remover por Hectárea Tipo

Para cuantificar las materias primas forestales del proyecto "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668" realizó un muestreo forestal en un área de 8.7004 ha, y de acuerdo a los datos del inventario se determinó el número de individuos y volumen por Hectárea tipo de cada tipo de vegetación y estrato obteniéndose los siguientes resultados de manera resumida.

Tabla 149. Hectárea tipo para Selva Baja Caducifolia densidad baja

TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NO. DE INDIVIDUOS	VOLUMEN (m <sup>3</sup> RTA)
Selva Baja Caducifolia-Densidad Baja	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	93	4.62
	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	44	4.88
	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	33	2.72
	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	7	3.21
	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	4	0.06
<b>Total</b>			<b>181</b>	<b>15.49</b>

Tabla 150. Hectárea tipo para Selva Baja Caducifolia densidad media

TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NO. DE INDIVIDUOS	VOLUMEN (m <sup>3</sup> RTA)
Selva Baja Caducifolia-Densidad Media	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	5	0.36
	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	11	1.52
	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	76	12.73
	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	4	7.77
	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	68	16.72
	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	40	14.58
	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	1	0.03
<b>Total</b>			<b>285</b>	<b>74.58</b>

##### Número de individuos a remover totales

El número de individuos a remover de las áreas forestales solicitadas para el área del proyecto a desarrollarse en la "Ampliación de Patio Tepalcates de la PKI-593+370 a la PKI-598+668" es de 2,128 árboles, la cual se obtuvo de la suma de multiplicar cada hectárea tipo por el área de su correspondiente estrato (tabla 138), las áreas son las que se muestran a continuación y se multiplicaron por las tablas del punto anterior.

Tabla 151. Áreas por estrato

ESTRATO	TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA HA
Densidad Baja	Selva Baja Caducifolia	3.3877
Densidad Medi	Selva Baja Caducifolia	5.3127
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>

Tabla 152. Número de individuos a remover totales en las 8.7004 ha

TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NO. DE INDIVIDUOS
Selva Baja Caducifolia	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	37
	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	395
	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	712
	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	32
	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	611
	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	322
	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	19
<b>Total</b>			<b>2,128</b>

#### Iv.2.2.1.5.3. Estimación de existencias volumétricas

Similar al cálculo del número de individuos a remover se calculó el volumen a remover total, multiplicando las hectáreas tipo por estrato por la superficie del estrato obteniendo que se removerá un volumen rollo total árbol de 448.68 m<sup>3</sup> en las 8.7004 ha del proyecto, a nivel de especie y tipo de vegetación se presenta en la siguiente tabla.

##### a) Por especie y tipo de vegetación

Tabla 153. Volumen a remover por especie y tipo de vegetación en las 8.7004 ha

TIPO DE VEGETACIÓN	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	VOLUMEN (m <sup>3</sup> RTA)
Selva Baja Caducifolia	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	2.6
	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	26.81
	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	110.46
	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	57.38
	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	132.57
	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	118.45
	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	0.41
<b>Total</b>			<b>448.68</b>

A nivel predial se obtuvo multiplicando las áreas de cada estrato y parcela que están dentro del proyecto, en la siguiente tabla se presenta las áreas por estrato/parcela

A nivel de propietario o predio se tiene el siguiente volumen a remover por especie en todo predio que se muestra a continuación:

**b) Por propietario/predio**

Tabla 154. Volumen a remover por predio y tipo de vegetación en las 8.7004 ha

MUNICIPIO/ LOCALIDAD	PROPIETARIO	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NO. DE INDIVIDUOS	ERT (m <sup>3</sup> RTA)
Manzanillo	Ferrocarril Mexicano S. A. de C. V.	Selva Baja Caducifolia	8.7004	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	37	2.6
				Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	395	26.81
				Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	712	110.46
				Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	32	57.38
				Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	611	132.57
				Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	322	118.45
				Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	19	0.41
				<b>Total</b>			

CONSULTA PÚBLICA

#### IV.2.2.2. Fauna

##### IV.2.2.2.1. Especies potenciales por localizarse en el Sistema ambiental regional y Área del Proyecto

Durante el muestreo de fauna silvestre en la vegetación SBC La riqueza de especies de vertebrados observada en el SAR comprende 72 especies pertenecientes a las clases de anfibios, aves, mamíferos y reptiles, en donde el grupo de las aves presenta una mayor variedad de organismos pertenecientes a distinto orden, familia y mayor número de especies, mientras que en el caso opuesto los anfibios registran la menor diversidad en su clasificación taxonómica con tan solo 1 orden y 1 familia, debido al registro únicamente de 2 especies.

A continuación, se muestra un resumen de la fauna silvestre potencial presente en las áreas de análisis.

Tabla 155. Representatividad de los principales ejemplares terrestres, cuya distribución potencial corresponde al AP y SAR.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDÉMICA
Ornitofauna	68	430	68	38
Mastofauna	21	128	6	19
Reptiles	23	74	27	40
Anfibios	8	17	4	6
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>649</b>	<b>105</b>	<b>103</b>

##### IV.2.2.2.1.1. Riqueza potencial de fauna en el sistema ambiental regional y área del proyecto

La fauna presente en un sitio conforme al tiempo y la situación espacial dependen de factores físicos y biológicos, uno de estos factores que determina la presencia de tal o cual especie es definitivamente la vegetación, tomando en consideración lo anterior, en la zona se presenta una mezcla de vegetaciones desde Bosques de clima templado (pino-encino y encinares) hasta climas tropicales, como lo son las Selvas baja caducifolia y algunos manchones de selva mediana subcaducifolia en las barrancas.

De igual forma se ha considerado que el sitio del proyecto y su SAR se ubica dentro de la influencia de la Provincia Mastofaunística: NAYARITA, definida por la CONABIO, al dividir al país en grandes zonas donde convergen características similares de vegetación, clima y por lo tanto la presencia de especies de distintos órdenes taxonómicos tomando como base la fisiografía del territorio.

La estimación de las especies dentro de la zona de estudio se basó en las especies observadas en campo durante este estudio y se ha complementado con la revisión de diversas fuentes de información (literatura y sitios de internet) sobre la biodiversidad de la región para determinar otras especies registradas en la zona, por lo que el listado final de especies contiene especies observadas (en campo) y registradas (en las fuentes consultadas).

De acuerdo a lo anterior, la información de campo se complementó con la proveniente de diversas fuentes especializadas que incluyen datos sobre la ocurrencia de las especies, tipo de hábitat y hábitos y así como los mapas de la distribución de las mismas en la región Noroeste de México y la región de interés. Los sitios virtuales son las del IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>), amphibian global assessment ([www.amphibiaweb.org](http://www.amphibiaweb.org)), AmphibiaWeb (<http://amphibiaweb.org>) the reptile database (<http://www.reptile-database.org/>), mammal species of the world (<http://www.bucknell.edu/msw3/>) y de la CONABIO ([avesmx.conabio.gob.mx](http://avesmx.conabio.gob.mx)) y <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados;

Tabla 156. Lista de la Ornitofauna que potencialmente ocurre en las áreas de estudio; SAR y AP.

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
1	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper		Pr	Apéndice II
2	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela		Pr	Apéndice II
3	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita			
4	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco			
5	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Ranita verduzca	Endémica		
6	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento			
7	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Agkistrodon		Pr	
8	<i>Aimophila rufescens</i>	Zacatonero Canelo			
9	<i>Amaurospiza concolor</i>	Semillero Azul		P	
10	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo			Apéndice II
11	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo			Apéndice II
12	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí corona violeta			Apéndice II
13	<i>Amazona finschi</i>	Loro corona lila	Endémica	P	Apéndice I
14	<i>Amazona oratrix</i>	Loro cabeza amarilla		P	Apéndice I
15	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín			
16	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino			
17	<i>Anas crecca</i>	Cerceta Alas Verdes			
18	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar			
19	<i>Anas platyrhynchos subsp. diazi</i>	Pato mexicano		A	
20	<i>Anhinga anhinga</i>	Aninga americana			
21	<i>Anolis nebuloides</i>	Anolis oaxaqueño	Endémica	Pr	
22	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	Endémica		
23	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita Norteamericana			
24	<i>Antrostomus ridgwayi</i>	Tapacaminos Tucuchillo			
25	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde		P	Apéndice I
26	<i>Aramides axillaris</i>	Rascón Cuello Canela		A	
27	<i>Aramus quaraua</i>	Carrao		A	
28	<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra			Apéndice II
29	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí			Apéndice II
30	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca			
31	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena			
32	<i>Ardenna creatopus</i>	Pardela Patas Rosadas		Pr	
33	<i>Ardenna grisea</i>	Pardela gris			
34	<i>Ardenna pacifica</i>	Pardela cola cuña		A	
35	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo			
36	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo			
37	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero			
38	<i>Artibeus jamaicensis subsp. triomylus</i>	Murciélago			
39	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante			
40	<i>Artibeus lituratus subsp. palmarum</i>	Murciélago			

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
41	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Endémica	Pr	
42	<i>Aspidoscelis costatus</i>	Huico llanero	Endémica	Pr	
43	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas			
44	<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuilihe mexicano	Endémica		
45	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	Endémica	Pr	
46	<i>Aspidoscelis sackii</i>	Huico manchado	Endémica		
47	<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote llanero			Apéndice II
48	<i>Attila spadiceus</i>	Mosquero Atila			
49	<i>Aythya affinis</i>	Pato Boludo Menor			
50	<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja			
51	<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado			
52	<i>Baiomys musculus</i>	Ratón pigmeo sureño			
53	<i>Baiomys musculus subsp. musculus</i>	Ratón pigmeo sureño			
54	<i>Baiomys taylori</i>	Ratón-pigmeo norteño			
55	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago gris de saco			
56	<i>Balantiopteryx plicata subsp. plicata</i>	Murcielago			
57	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante de las montañas	Endémica	Pr	
58	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe Cejas Negras			
59	<i>Basileuterus lachrymosus</i>	Pavito de Rocas			
60	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela			
61	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado			
62	<i>Boa constrictor</i>	Mazacuata		A	
63	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata			Apéndice II
64	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Chinito			
65	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro norteño		A	
66	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera africana	Exótica-Invasora		
67	<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja			
68	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela		Pr	Apéndice II
69	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura		Pr	Apéndice II
70	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta			Apéndice II
71	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja			Apéndice II
72	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris			Apéndice II
73	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla Alas Anchas		Pr	Apéndice II
74	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson		Pr	Apéndice II
75	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor		Pr	Apéndice II
76	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor		Pr	Apéndice II
77	<i>Butorides striata</i>	Garcita verdosa			
78	<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde			
79	<i>Cairina moschata</i>	Pato real		P	
80	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco			
81	<i>Calidris alpina</i>	Playero dorso rojo			
82	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird			
83	<i>Calidris himantopus</i>	Playero zancón			
84	<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental		A	
85	<i>Calidris melanotos</i>	Playero pectoral			
86	<i>Calidris minutilla</i>	Playero Diminuto			
87	<i>Calidris pusilla</i>	Playero semipalmeado			
88	<i>Calidris virgata</i>	Playero Brincaolas			
89	<i>Calocitta colliei</i>	Urraca Cara Negra	Endémica		
90	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca			
91	<i>Calypte costae</i>	Colibrí cabeza violeta			Apéndice II
92	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado		Pr	
93	<i>Campostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón			
94	<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	Endémica		
95	<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca barrada	Endémica		
96	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela			
97	<i>Canis latrans</i>	Coyote			



NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
98	<i>Canis latrans subsp. vigilis</i>	Colima Coyote			
99	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos			Apéndice II
100	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra			
101	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo			
102	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta de Sebas			
103	<i>Carollia subrufa</i>	Murciélago frugívoro de cola corta			
104	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano			
105	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo			
106	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja			
107	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal Cola Canela			
108	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	Endémica		
109	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Anteojos			
110	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño			
111	<i>Centurio senex subsp. senex</i>	Murciélago			
112	<i>Certhia americana</i>	Trepadorcito Americano			
113	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux			
114	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar			
115	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado		A	
116	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado			
117	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío			
118	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso			
119	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga prieta		P	Apéndice I
120	<i>Chiroderma salvini</i>	Murciélago ojón			
121	<i>Chiroderma salvini subsp. scopaeum</i>	Murciélago			
122	<i>Chlidonias niger</i>	Charrán negro			
123	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico			
124	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde			
125	<i>Chlorostilbon auriceps</i>	Esmeralda Occidental	Endémica		Apéndice II
126	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrion arlequin			
127	<i>Chonrohierax uncinatus</i>	Gavilán Pico de Gancho		Pr	Apéndice II
128	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor			
129	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón			
130	<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	Gaviota de Bonaparte			
131	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café			Apéndice II
132	<i>Circus hudsonius</i>	Gavilán rastrero			Apéndice II
133	<i>Cistothorus palustris</i>	Saltapared Pantanero			
134	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero			
135	<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón			
136	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de Pechera Común			
137	<i>Colaptes auricularis</i>	Carpintero corona gris	Endémica		
138	<i>Coleonyx elegans</i>	Geco yucateco de bandas		A	
139	<i>Coleonyx elegans subsp. nemoralis</i>	Colima Banded Gecko			
140	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí orejas violetas			Apéndice II
141	<i>Coluber mentovarius</i>	Chicoteadora			
142	<i>Coluber mentovarius subsp. mentovarius</i>	Cuebra			
143	<i>Coluber mentovarius subsp. striolatus</i>	Culebra colimense			
144	<i>Columba livia</i>	Paloma asiática bravía	Exótica-Invasora		
145	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga			
146	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo			
147	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela			
148	<i>Conenpatus leuconotus subsp. leuconotus</i>	Amerikaanse Varkensnuitskunk ssp leuconotus			
149	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guardacaminos rayada	Endémica		
150	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María			
151	<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste			
152	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común			
153	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común			
154	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de Río		Pr	Apéndice I

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
155	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Endémica		
156	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy			
157	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú canelo		Pr	
158	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Endémica	A	
159	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro			
160	<i>Cyanocorax sanblasianus</i>	Chara de San Blas	Endémica		
161	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde			
162	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho			Apéndice II
163	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codorniz silbadora		Pr	
164	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo			
165	<i>Dasyopus novemcinctus subsp. mexicanus</i>	East Mexican Nine-banded Armadillo			
166	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Papamoscas Mexicano	Endémica	Pr	
167	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas			Apéndice III
168	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo			Apéndice III
169	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla			
170	<i>Dermanura phaeotis</i>	Murciélago frugívoro pigmeo			
171	<i>Dermanura phaeotis subsp. nana</i>	Murciélago			
172	<i>Dermanura tolteca</i>	Murciélago frugívoro tolteca			
173	<i>Dermanura tolteca subsp. hespera</i>	Chinaco			
174	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro			
175	<i>Desmodus rotundus subsp. murinus</i>	Sopichí			
176	<i>Diaglena spatulata</i>	Rana de árbol cabeza de pala			
177	<i>Diclidurus albus</i>	Murciélago blanco norteño			
178	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina			
179	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache			
180	<i>Didelphis virginiana subsp. californica</i>	Tlacuache norteño			
181	<i>Diglossa baritula</i>	Picochueco Vientre Canela			
182	<i>Drymarchon corais</i>	Culebra indigo			
183	<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra			
184	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de Petatillos			
185	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado			
186	<i>Dryophytes arenicolor</i>	Rana de árbol color arena			
187	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul			
188	<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza		P	
189	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados			
190	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor			
191	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca			Apéndice II
192	<i>Eleutherodactylus pallidus</i>	Rana chirriadora pálida	Endémica	Pr	
193	<i>Empidonax albigularis</i>	Papamoscas Garganta Blanca			
194	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas Amarillo del Pacífico			
195	<i>Empidonax hammondi</i>	Papamoscas de Hammond			
196	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico			
197	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas Matorralero			
198	<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo Barranqueño			
199	<i>Empidonax traillii</i>	Papamoscas Saucero			
200	<i>Empidonax traillii subsp. brewsteri</i>	Mosquero saucero pequeño		E	
201	<i>Empidonax wrightii</i>	Papamoscas Bajacolita			
202	<i>Enulius flavitorques</i>	Culebra cola larga del Pacífico			
203	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco			
204	<i>Eugenés fulgens</i>	Colibrí Magnífico			Apéndice II
205	<i>Eumops underwoodi subsp. underwoodi</i>	Murciélago			
206	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo Ojos Amarillos			
207	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra			
208	<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia Gorra Azul			
209	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja		Pr	Apéndice II
210	<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón			Apéndice II
211	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino		Pr	Apéndice I
212	<i>Falco peregrinus subsp. anatum</i>	North American Peregrine Falcon			

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
213	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón murcielaguero			Apéndice II
214	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano			Apéndice II
215	<i>Felis silvestris</i>	Gato Montés Euroasiático	Exótica-Invasora		
216	<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito Catarino	Endémica	Pr	Apéndice II
217	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta			
218	<i>Fregata minor</i>	Fragata pelágica			
219	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana			
220	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona Norteamericana			
221	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común			
222	<i>Gallinula galeata</i>	Gallineta Frente Roja			
223	<i>Gavia adamsii</i>	Colimbo Pico Amarillo			
224	<i>Gavia immer</i>	Colimbo Común			
225	<i>Geagras redimitus</i>	Culebra minera de Tehuantepec	Endémica	Pr	
226	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso			
227	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical			
228	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso			
229	<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros		A	
230	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común			
231	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Canela			
232	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguillita cola blanca		Pr	Apéndice II
233	<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón		A	Apéndice II
234	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajo			Apéndice II
235	<i>Glaucidium palmarum</i>	Tecolote colimense	Endémica	A	Apéndice II
236	<i>Glossophaga commissarisi</i>	Murciélago lengüetón			
237	<i>Glossophaga commissarisi subsp. hespera</i>	Murciélago			
238	<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago lengüetón de Xiutepec	Endémica		
239	<i>Glossophaga morenoi subsp. morenoi</i>	Murciélago			
240	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón			
241	<i>Glossophaga soricina subsp. handleyi</i>	Sopichí			
242	<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo mexicano	Endémica		
243	<i>Habia rubica</i>	Piranga Hormiguera Corona Roja			
244	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano			
245	<i>Haematopus palliatus subsp. frazari</i>	Palliato		P	
246	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón mexicano			
247	<i>Helimaster constantii</i>	Colibrí Picudo Occidental			Apéndice II
248	<i>Heloderma horridum</i>	Lagarto de chaquira		A	Apéndice II
249	<i>Heloderma horridum subsp. horridum</i>	Lagarto de chaquira del Pacífico			
250	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	Exótica-Invasora		
251	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco casero del Mediterráneo	Exótica-Invasora		
252	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltpared pecho gris			
253	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi		A	Apéndice I
254	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco			Apéndice II
255	<i>Heteromys irroratus subsp. jaliscensis</i>	Raton			
256	<i>Heteromys pictus</i>	Ratón espinoso pintado			
257	<i>Heteromys pictus subsp. pictus</i>	Raton			
258	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana			
259	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta			
260	<i>Hodomys alleni</i>	Rata cambalachera	Endémica		
261	<i>Hodomys alleni subsp. alleni</i>	Cambalacha			
262	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris			
263	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán del Caspio			
264	<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas			Apéndice II
265	<i>Hypopachus ustus</i>	Sapo boca angosta huasteco		Pr	
266	<i>Icteria virens</i>	Chipe Grande			
267	<i>Icterus abeillei</i>	Calandria Flancos Negros	Endémica		

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
268	<i>Icterus bullockii</i>	Calandria Cejas Naranjas			
269	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor			
270	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore			
271	<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria Capucha Negra			
272	<i>Icterus parisorum</i>	Calandria Tunera			
273	<i>Icterus pectoralis</i>	Calandria Pecho Moteado			
274	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado			
275	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado			
276	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña			
277	<i>Icterus wagleri</i>	Calandria de Wagler			
278	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		Pr	Apéndice II
279	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	Endémica		
280	<i>Incilius mazatlanensis</i>	Sapito pinto de Mazatlán	Endémica		
281	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro Menor		Pr	
282	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña			
283	<i>Kinosternon chimalhuaca</i>	Tortuga de pantano jalisciense	Endémica		
284	<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Endémica	Pr	
285	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul			Apéndice II
286	<i>Lampropeltis plyzona</i>	Falso coralillo	Endémica		
287	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coralillo real oriental estadounidense		A	
288	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo Americano			
289	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota Plateada			
290	<i>Larus californicus</i>	Gaviota californiana			
291	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado			
292	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota Plomiza		Pr	
293	<i>Larus occidentalis</i>	Gaviota occidental			
294	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago cola peluda de Blossevil			
295	<i>Lasiurus borealis</i>	Murciélago cola peluda rojizo			
296	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago cola peluda amarillo			
297	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago cola peluda norteño			
298	<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago amarillo			
299	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela Canela			
300	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote		P	Apéndice I
301	<i>Leopardus pardalis subsp. nelsoni</i>	Ocelote			
302	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga Golfina		P	Apéndice I
303	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca			
304	<i>Leptodeira maculata</i>	Escombrera del suroeste mexicano	Endémica	Pr	
305	<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago hocicudo de Curazao			
306	<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago magueyero mayor		A	
307	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	Murciélago magueyero menor		Pr	
308	<i>Leptophis diplotropis</i>	Culebra perico gargantilla	Endémica	A	
309	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera			
310	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora			
311	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin			
312	<i>Limnodromus griseus</i>	Costurero pico corto			
313	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo			
314	<i>Limosa fedoa</i>	Picopando canelo		A	
315	<i>Lithobates forreri</i>	Rana Leopardo de Forrer		Pr	
316	<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de rayas blancas	Endémica	Pr	
317	<i>Loxocemus bicolor</i>	Serpiente chatilla		Pr	Apéndice II
318	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejon			
319	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	Endémica		
320	<i>Mareca americana</i>	Pato chalcuán			
321	<i>Mareca strepera</i>	Pato friso			
322	<i>Marisora brachypoda</i>	Mabuya centroamericana			
323	<i>Masticophis thompsoni</i>	Chirriónera	Endémica		
324	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño			
325	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar			

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
326	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso			
327	<i>Megascops asio</i>	Tecolote del Este		Pr	Apéndice II
328	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote Sapo			Apéndice II
329	<i>Megascops seductus</i>	Tecolote del Balsas	Endémica	A	Apéndice II
330	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje			
331	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica		
332	<i>Melanitta perspicillata</i>	Negreta nuca blanca			
333	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul	Endémica		
334	<i>Melospiza lincolni</i>	Gorrión de Lincoln			
335	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor			
336	<i>Melozona kieneri</i>	Rascador Nuca Canela	Endémica		
337	<i>Mephitis macroura subsp. macroura</i>	Zorrillo listado sureño			
338	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar		Pr	Apéndice II
339	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejón brasileño			
340	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón brasileño			
341	<i>Micronycteris microtis subsp. mexicana</i>	Murciélago			
342	<i>Micrurus distans</i>	Serpiente coralillo del occidente mexicano	Endémica	Pr	
343	<i>Micrurus distans subsp. distans</i>	Coralillo colimense			
344	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño			
345	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Papamoscas Copetón			
346	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador			
347	<i>Molossus molossus</i>	Murciélago mastín común			
348	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago mastín negro			
349	<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago mastín de Sinaloa			
350	<i>Molossus sinaloae subsp. sinaloae</i>	Murciélago			
351	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos			
352	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café			
353	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela			
354	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago barba arrugada			
355	<i>Mormoops megalophylla subsp. megalophylla</i>	Murciélago			
356	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cucillo terrestre			
357	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero eurasiático	Exótica-Invasora		
358	<i>Musonycteris harrisoni</i>	Murciélago platanero	Endémica	P	
359	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana		Pr	
360	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo			
361	<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas Huí			
362	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste			
363	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón			
364	<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito Alas Negras			
365	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas			
366	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común			
367	<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquerito Verdoso			
368	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común			
369	<i>Myotis fortidens</i>	Miotis canelo			
370	<i>Myotis fortidens subsp. fortidens</i>	Miotis canelo colimense			
371	<i>Nasua narica</i>	Coatí			Apéndice III
372	<i>Nasua narica subsp. molaris</i>	Coatí			
373	<i>Nasua narica subsp. narica</i>	Central American Coatí			
374	<i>Natalus lanatus</i>	Murciélago bicolor			
375	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago mexicano oreja de embudo			
376	<i>Neotoma bryanti subsp. bryanti</i>	Rata cambalachera de Bunker	Endémica		
377	<i>Noctilio leporinus subsp. mastivus</i>	Murciélago			
378	<i>Nomonyx dominicus</i>	Pato enmascarado		A	
379	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	Endémica		
380	<i>Notocitellus annulatus subsp. annulatus</i>	Raton			
381	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito pico largo			
382	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador			

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
383	<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza Nocturna Corona Clara			
384	<i>Nyctibius jamaicensis</i>	Pájaro Estaca Norteño			
385	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra			
386	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras pauraque			
387	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	Murciélagos cola suelta espinoso			
388	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murciélagos cola suelta ancha			
389	<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélagos cola suelta mayor			
390	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	Rata vespertina centroamericana			
391	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca			
392	<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrocera pigmea			
393	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Endémica		
394	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera de agua			
395	<i>Oryzomys fulgens subsp. mexicanus</i>	Raton			
396	<i>Oryzomys melanotis</i>	Rata arrocera orejas negras	Endémica		
397	<i>Oryzomys melanotis subsp. colimensis</i>	Raton de colima			
398	<i>Oryzomys palustris</i>	Rata arrocera de pantano			
399	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	Endémica		
400	<i>Osgoodomys banderanus subsp. banderanus</i>	Raton			
401	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana			
402	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate			
403	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado			
404	<i>Pachyrhamphus major</i>	Cabezón Mexicano			
405	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora			Apéndice II
406	<i>Pappogeomys bulleri</i>	Tuza de Jalisco	Endémica		
407	<i>Pappogeomys bulleri subsp. burti</i>	Ratos del sur			
408	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguiluilla rojinegra		Pr	Apéndice II
409	<i>Pardirallus maculatus</i>	Rascón pinto			
410	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero			
411	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero			
412	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión Europeo	Exótica-Invasora		
413	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero			
414	<i>Passerculus sandwichensis subsp. sanctorum</i>	San Benito Sparrow		A	
415	<i>Passerina amoena</i>	Colorín Pecho Canela			
416	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul			
417	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores		Pr	
418	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul			
419	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorín pecho naranja	Endémica		
420	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado			
421	<i>Patagioenas fasciata</i>	Paloma Encinera			
422	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada			
423	<i>Pelamis platyura</i>	Serpiente marina pelágica			
424	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano Blanco Americano			
425	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano café			
426	<i>Pelecanus occidentalis subsp. californicus</i>	Pelicano Café Californiano		A	
427	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava cojolita		A	Apéndice III
428	<i>Peromyscus maniculatus subsp. labecula</i>	Ratón norteamericano			
429	<i>Peromyscus perfulvus</i>	Ratón pantanero	Endémica		
430	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera			
431	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera			
432	<i>Peucaea botterii</i>	Zacatonero de Botteri			
433	<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin			
434	<i>Peucaea humeralis</i>	Zacatonero pecho negro	Endémica		
435	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada			
436	<i>Phaethon aethereus</i>	Rabijunco pico rojo		A	
437	<i>Phaethornis mexicanus</i>	Colibrí Ermitaño Mexicano	Endémica		
438	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán Orejón			
439	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical			



NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
440	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Falaropo pico grueso			
441	<i>Phalaropus lobatus</i>	Falaropo cuello rojo			
442	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo pico largo			
443	<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Picogordo amarillo			
444	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado			
445	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo			
446	<i>Pheugopedius felix</i>	Saltapared Feliz	Endémica		
447	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz Barrada	Endémica		
448	<i>Phoebastria immutabilis</i>	Albatros de Laysan		A	
449	<i>Phoebastria nigripes</i>	Albatros Patas Negras		A	
450	<i>Phylodactylus davisii</i>	Salamanquesa de Colima	Endémica	A	
451	<i>Phylodactylus lanei</i>	Salamanquesa patas de res	Endémica		
452	<i>Phylodactylus tuberculatus</i>	Salamanquesa vientre amarillo			
453	<i>Phylodactylus tuberculatus subsp. saxatilis</i>	Salamanca panza amarilla	Endémica		
454	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo			
455	<i>Piranga bidentata</i>	Piranga Dorso Rayado			
456	<i>Piranga erythrocephala</i>	Piranga Cabeza Roja	Endémica		
457	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera			
458	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja			
459	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja			
460	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común			
461	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada			
462	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos			
463	<i>Pluvialis fulva</i>	Chorlo Dorado del Pacífico			
464	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris			
465	<i>Podiceps grisegena</i>	Zambullidor Cuello Rojo			
466	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor Orejón			
467	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso			
468	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria			
469	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgris			
470	<i>Polioptila nigriceps</i>	Perlita sinaloense	Endémica		
471	<i>Poocetes gramineus</i>	Gorrión cola blanca			
472	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada			
473	<i>Porzana carolina</i>	Polluela sora			
474	<i>Procyon lotor</i>	Mapache			
475	<i>Procyon lotor subsp. hernandezii</i>	Mapache			
476	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Pecho Gris			
477	<i>Progne sinaloae</i>	Golondrina sinaloense		Pr	
478	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra			
479	<i>Promops centralis</i>	Murciélago mastín mayor			
480	<i>Promops centralis subsp. centralis</i>	Murciélago residente			
481	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo			
482	<i>Pseudoficimia frontalis</i>	Culebra ilamacoa	Endémica		
483	<i>Pseudoleptodeira latifasciata</i>	Culebra ojo de gato falsa cabeza roja	Endémica	Pr	
484	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón menor			
485	<i>Pteronotus davyi subsp. fulvus</i>	Dayi			
486	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago-bigotudo de Parnell			
487	<i>Pteronotus parnellii subsp. mexicanus</i>	Murciélago bigotudo de Parnell			
488	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo			
489	<i>Pteronotus personatus subsp. psilotis</i>	Murciélago			
490	<i>Puffinus auricularis</i>	Pardela de Islas Revillagigedo			
491	<i>Puffinus opisthomelas</i>	Pardela mexicana		P	
492	<i>Puffinus subalaris</i>	Pardela de Galápagos			
493	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal			
494	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano			
495	<i>Rallus elegans</i>	Rascón Real		A	
496	<i>Rallus longirostris</i>	Rascón picudo			
497	<i>Rallus obsoletus</i>	Rascón Costero del Pacífico			

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
498	<i>Rallus tenuirostris</i>	Rascón azteca	Endémica	P	
499	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Exótica-Invasora		
500	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana			
501	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo Matraquita			
502	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón-cosechero leonado			
503	<i>Reithrodontomys fulvescens subsp. nelsoni</i>	Raton			
504	<i>Rena humilis</i>	Culebrilla ciega de occidente			
505	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon			
506	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante			
507	<i>Rhinoclemmys rubida subsp. perixantha</i>	Rhinoclemmys rubida perixantha	Endémica		
508	<i>Rhodnocichla rosea</i>	Tangara Pecho Rosa			
509	<i>Rhogeessa parvula</i>	Murciélago amarillo menor	Endémica		
510	<i>Rhogeessa parvula subsp. major</i>	Murciélago			
511	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña			
512	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero		Pr	Apéndice II
513	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillita caminera			Apéndice II
514	<i>Rynchops niger</i>	Rayador americano			
515	<i>Sacropteryx bilineata</i>	Murciélago rayado mayor			
516	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Saltapared de Rocas			
517	<i>Salpinctes obsoletus subsp. exsul</i>	Chivirín saltarroca de la Isla de San Benedito		E	
518	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris			
519	<i>Salvadora lemiscata</i>	Culebra chata sureña	Endémica	Pr	
520	<i>Salvadora mexicana</i>	Culebra chata del Pacífico	Endémica	Pr	
521	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro			
522	<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibí			
523	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero			
524	<i>Sceloporus dugesii</i>	Lagartija espinosa de Duges	Endémica		
525	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa del mezquite		Pr	
526	<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija espinosa del Pacífico	Endémica		
527	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro			
528	<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija espinosa de panza azul	Endémica		
529	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	Endémica		
530	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	Endémica		
531	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	Endémica		
532	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado			
533	<i>Sciurus aureogaster subsp. nigrescens</i>	Ardilla Vientre Rojo			
534	<i>Sciurus coliaei</i>	Ardilla gris del Pacífico	Endémica		
535	<i>Sciurus coliaei subsp. nuchalis</i>	Raton			
536	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero			
537	<i>Selasphorus calliope</i>	Zumbador Garganta Rayada			Apéndice II
538	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha			Apéndice II
539	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Canelo			Apéndice II
540	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera			
541	<i>Setophaga americana</i>	Chipe Pecho Manchado			
542	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla			
543	<i>Setophaga discolor</i>	Chipe de pradera			
544	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe Cejas Amarillas			
545	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias			
546	<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negrogris			
547	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla			
548	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero			
549	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo			
550	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Chipe Tropical			
551	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio			
552	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend			
553	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde			
554	<i>Sialia sialis</i>	Azulejo garganta canela			

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
555	<i>Sigmodon alleni</i>	Rata de la caña del Pacífico	Endémica		
556	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodonera crespa			
557	<i>Sigmodon hispidus subsp. berlandieri</i>	Ratoncito			
558	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata de la caña de Jalisco	Endémica		
559	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris			
560	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana			
561	<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño			
562	<i>Spatula cyanoptera</i>	Cerceta canela			
563	<i>Spatula discors</i>	Cerceta Alas Azules			
564	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguerito Dominicó			
565	<i>Spiza americana</i>	Arrocero americano			
566	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido			
567	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Cejas Blancas			
568	<i>Sporophila minuta</i>	Semillero pecho canela			
569	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	Endémica		
570	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas			
571	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Salteador parásito			
572	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador Robusto			
573	<i>Sterna forsteri</i>	Charrán de Forster			
574	<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común			
575	<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo		Pr	
576	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca de collar	Exótica-Invasora		
577	<i>Streptoprocne rutula</i>	Vencejo Cuello Castaño			
578	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile			
579	<i>Sturnira hondurensis</i>	Murciélago de charreteras			
580	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor			
581	<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago de charreteras mayor			
582	<i>Sturnira parvidens</i>	Murciélago nativo			
583	<i>Sula dactylatra</i>	Bobo enmascarado			
584	<i>Sula granti</i>	Bobo de Nazca			
585	<i>Sula leucogaster</i>	Bobo café			
586	<i>Sula neboxii</i>	Bobo Patas Azules		Pr	
587	<i>Sula sula</i>	Bobo Patas Rojas		A	
588	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Endémica		
589	<i>Sylvilagus cunicularius subsp. insolitus</i>	Conejo de monte			
590	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano			
591	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor		Pr	
592	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera			
593	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor			
594	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar			
595	<i>Tantilla calamarina</i>	Culebrita cabeza negra del Pacífico	Endémica	Pr	
596	<i>Thalasseus elegans</i>	Charrán elegante		Pr	
597	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real			
598	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich			
599	<i>Thamnophis validus</i>	Culebra listonada de la costa oeste	Endémica		
600	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	Endémica		
601	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana		Pr	
602	<i>Tilmatura dupontii</i>	Colibrí cola pinta		A	Apéndice II
603	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito			
604	<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuache ratón gris	Endémica		
605	<i>Tlacuatzin canescens subsp. canescens</i>	Tlacuache ratón gris			
606	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Rana de árbol mexicana enana	Endémica		
607	<i>Toxostoma cinereum</i>	Cuicacoche bajacaliforniano	Endémica		
608	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuicacoche pico curvo			
609	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa			
610	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira			
611	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	Endémica		

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICO	NOM 059	CITES
612	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor			
613	<i>Tringa incana</i>	Playero vagabundo			
614	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor			
615	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero pihuiuí			
616	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario			
617	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared Común			
618	<i>Troglodytes tanneri</i>	Saltapared de Isla Clarión	Endémica	Pr	
619	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	Endémica		
620	<i>Trogon elegans</i>	Coa Elegante			
621	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca			
622	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera			
623	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	Endémica		
624	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso			
625	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado			
626	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí			
627	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido			
628	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibiú			
629	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario			Apéndice II
630	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris			
631	<i>Uropsila leucogastra</i>	Saltapared Vientre Blanco			
632	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del Pacífico	Endémica		
633	<i>Vireo atricapilla</i>	Vireo gorra negra		P	
634	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell			
635	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin			
636	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo			
637	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador			
638	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo			
639	<i>Vireo hypochryseus</i>	Vireo Amarillo	Endémica		
640	<i>Vireo nelsoni</i>	Vireo enano	Endémica	Pr	
641	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo Ojos Rojos			
642	<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo plumizo			
643	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador			
644	<i>Xema sabini</i>	Gaviota cola hendida			
645	<i>Xenomys nelsoni</i>	Rata de Magdalena	Endémica	A	
646	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo			
647	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas			
648	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común			

#### IV.2.2.2.2. Fauna silvestre dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

En las siguientes tablas se presentan algunas de las especies potenciales por grupo faunístico que se encuentra en alguna categoría, así también se hace una descripción de las causas por las cuales se encuentran en algún estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cabe señalar que de las especies registradas dentro del sistema ambiental regional, se identificaron **6 especies** en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2010, mientras que para el área del proyecto se identificaron **2 especies**, no obstante, para el presente proyecto se contempla llevar a cabo el ahuyentamiento de las especies que posiblemente regresen al área del proyecto.

Tabla 157. Especies de fauna del SAR identificadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En azul se presentan las especies que coinciden con las registradas en el AP.

TAXÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Pr
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Masticophis anthonyi</i>	Chirriónera	A
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidozelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	Pr
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	A

Tabla 158. Especies del grupo faunístico Aves-Ornitofauna.

AVES-ORNITOFAUNA					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Pr	Su población ha decrecido en muchas áreas debido a la persecución para el mercado ilegal de mascotas: lamentablemente el 80% de los pichones que se roban del nido mueren debido al maltrato a la hora de transportarlos ilegalmente.	(CONABIO, 2001).

Tabla 159. Especies del grupo faunístico Anfibios y Reptiles-Herpetofauna.

ANFIBIOS Y REPTILES-HERPETOFAUNA					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Pr	Esta especie se encuentra sujeta a presiones adicionales a la destrucción, fragmentación y disminución del hábitat. Como la mayoría de las serpientes de cascabel, están predispuestas a ser asesinadas por el simple motivo de ser animales venenosos	(Greene y Campbell, 1992).
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	Los factores de riesgo principales para esta especie son consecuencia de las actividades humanas ya que se ha observado que en algunas poblaciones se da una reducción de sus poblaciones y de su rango de distribución debido a una sobre explotación de éstas.	(Fitch y Anderson, 1997).
Colubridae	<i>Masticophis anthonyi</i>	Chirriónera	A	Los factores de riesgo principales para esta especie son consecuencia de las actividades humanas ya que se ha observado que en algunas poblaciones se da una reducción de sus poblaciones y de su rango de distribución debido a una sobre explotación de éstas.	Fitch y Anderson, 1997.
Teiidae	<i>Aspidozelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	Pr	La principal amenaza para esta especie es la destrucción de los hábitats donde se distribuye: selva baja caducifolia, selva mediana, bosque de galería y matorral xerófilo, de una parte de la vertiente del Pacífico mexicano, que son dañados por incendios forestales, deforestación, pastoreo y cambio de suelo a zonas	(CONABIO, 2001).

ANFIBIOS Y REPTILES-HERPETOFAUNA					
FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	FACTORES DE RIESGO	FUENTE
				agrícolas, así como el crecimiento de los asentamientos humanos	
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	A	Ha sido considerada como "especie amenazada" desde mayo de 1994 por la severa explotación de que es objeto y por la destrucción de su hábitat, además ha sido utilizada como fuente de carne y como mascota	(González, 2001).

\*A = Amenazadas y Pr = Sujetas a Protección Especial.

Las especies potenciales que se encontraron en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** tienen probabilidad de desplazarse hacia el área del proyecto así como a los sitios aledaños al predio, no obstante, las actividades del proyecto en ningún momento afectaran las especies de fauna ya que no tiene el fin de aprovechar, cazar o capturar las especies, por el contrario se realizará el ahuyentamiento durante la etapa de operación del proyecto así como el rescate y la reubicación de los ejemplares en zonas similares al sitio de extracción, tal como se desarrollara en el Programa de Rescate y Reubicación de flora (**ANEXO B**). Si bien, se realizará el desmonte esta será en un área mínima, por lo que no representa la fragmentación del hábitat de las especies, además de que se implementara el Programa de Reforestación (**ANEXO D**) en una superficie mayor al que estará sujeta a remoción de vegetación utilizando especies representativas de la vegetación que será afectada, esperando que a corto plazo esta superficie provea de sitios de alimentación, refugio y anidación de la fauna silvestre.

#### IV.2.2.2.3. Composición de las comunidades de fauna presentes en el sistema ambiental regional y área del proyecto

En este apartado se describe los métodos utilizados para obtener la información necesaria en la descripción y caracterización de la fauna silvestre existente en el Sistema ambiental regional y Área del Proyecto, para la cual a continuación se presenta una descripción de dicha metodología.

##### IV.2.2.2.3.1. Diseño de muestreo

###### IV.2.2.2.3.1.1. Método utilizado

La metodología utilizada para determinar la riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres dentro del área del proyecto y el SAR, se basó en observaciones directas e indirectas en transectos ubicados en áreas con vegetación similar.

#### Temporalidad:

Para que los estudios de fauna tengan validez deben ser representativos de la zona en que se encuentran y señalar la época del año en que fue realizado, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos; en este sentido los estudios realizados para efectos de presente estudio se realizaron en la época de estiaje, la cual es marcada en la zona, específicamente a finales de **abril y principios de mayo del 2020**.



### Delimitación del área:

En consecuencia, de que el monitoreo o muestreo de fauna es para carácter representativo un conjunto de polígonos separados entre sí, el área muestreada fue exactamente la delimitada por cada uno de los vértices y a su vez por el tipo de vegetación.

### Selección del tipo de muestreo:

Los transectos y cuadrantes constituyen las principales herramientas ecológicas que permiten cuantificar la riqueza y abundancia relativa de las especies en un área en particular. Sin embargo, los transectos son mejores para muestrear áreas más grandes y relativamente más rápido que los cuadrantes. De esta manera, si bien los cuadrantes podrían proporcionar información más detallada de un área en particular, los transectos permiten recorrer más distancia a través del área de interés y recabar más información de la variación espacial en la distribución de microhábitats y las especies ahí presentes, lo que es de especial relevancia durante los estudios de inventarios de vertebrados que incluyen especies de movilidad constante o de distribución amplia. En el caso particular de este estudio, el uso de transecto es aún más adecuado pues se ajusta más a la forma rectangular que tienen el área de potencial cambio en el uso de suelo.

Para estimar la riqueza específica y abundancia relativa de las especies de fauna silvestre, existen diversos métodos para el inventario o registro directo o indirecto de individuos. Los métodos de registro directo se pueden agrupar en tres categorías: Registros visuales mediante el recorrido de transectos, registro a través de transectos de búsqueda intensiva, registro mediante estudios de captura y recaptura, así como la reconstrucción de la posible estructura de población con base a datos de cacería. Los métodos de registro indirecto basan en las evidencias de la presencia de las especies de interés tales como el registro y conteo de huellas, de excrementos, madrigueras, cantos, o presencia de marcas de garras en los árboles, entre otras.

De acuerdo a las técnicas mencionadas, en el área de estudio se consideró un método directo mediante el conteo directo a lo largo de dos transectos, combinado con un método indirecto mediante la identificación de huellas y cantos de aves en los mismos transectos, esto fue para anfibios, reptiles y mamíferos. Para el caso del registro de aves se realizó un conteo visual en el centro de cada transecto.

### Número de transectos:

Para tener un comparativo de la riqueza y abundancia de especies de fauna en el área de estudio, se delimitaron y recorrieron 27 transectos de 25 m de largo. De esta manera, el diseño de muestreo empleado fue de tipo sistemático, es decir la cercanía de los transectos, el tamaño del área junto con la naturaleza móvil de la fauna permite considerar que cubrimos toda el área y que en realidad estamos trabajando en cierta manera dentro de una gradilla.

### Conteo de aves terrestres

Existe un gran número de técnicas y métodos para muestrear a las aves, de los cuales se destacan: el recuento en punto o puntos de conteo, transectos, representación en mapa estadístico, representación de mapa de aves marcadas y captura con redes ornitológicas. Los puntos de conteo son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero.

Para nuestro caso, la identificación y contabilización de las aves en el área de estudio se basó en la metodología de puntos de conteo, en un radio de 10 m, que es básicamente la realización de conteos en puntos definidos durante el recorrido del mismo transecto recorrido para los otros grupos faunísticos, de manera específica en el centro del transecto y con una distancia promedio de 50 metros mínimo de separación entre punto de conteo, esto para reducir el sesgo y evitar el recuento de especímenes avistados en otro punto. El conteo por puntos resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie. El muestreo inicio al amanecer y el evaluador permaneció en un punto en donde toma nota de todas las especies e individuos vistos y oídos, en un tiempo entre 10 a 15 minutos (Ralph et al., 1997).<sup>13</sup>

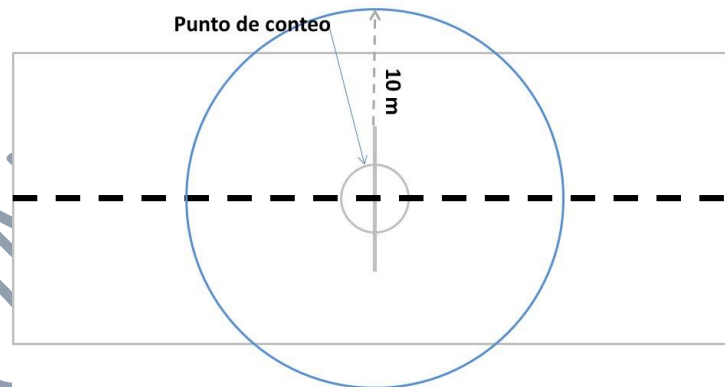


Figura 88. Ubicación del punto de conteo de aves dentro del transecto.

Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visualmente o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de playback (Chávez-León y Velázquez 2004)<sup>14</sup>. El observador debe tener amplia experiencia en la identificación de las aves tanto visual como auditivamente (Allredge *et al.*

<sup>13</sup> Ralph, C. J. & Scott, M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian biology* (6). USA: Cooper Ornithological Society.

<sup>14</sup> Chávez-León, G. y A. Velázquez. 2004. Abundance and distribution of the Long-tailed Wood-Partridge (*Dendrortyx macroura*) in a temperate coniferous forest. *Journal of field Ornithology* 75:345-352.

2007a<sup>15</sup>, Simons *et al.* 2007<sup>16</sup>). Los puntos pueden seleccionarse al azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de trayectos (como es el caso del presente estudio, en donde se utilizó el centro del transecto utilizado para identificar los otros grupos faunísticos).

Este método puede usarse para obtener abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico, estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats. Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez-León y Velázquez 2004 citado por F. González G. 2011)<sup>17</sup>.

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto *et al.* 1986, Bibby *et al.* 1992 citado por F. González G. 2011).

#### Conteo de Reptiles y Anfibios:

El muestreo de los grupos de anfibios y reptiles es diferente al de aves, ya que estos grupos cuenta con especies que se confunden entre la vegetación lo bien son de temporalidad, es decir, abundan más en tiempo de lluvias y precipitaciones (anfibios), que en tiempo de secas o estiaje, estas a la vez son más difíciles de observar, al igual de que sus comportamientos son muy diferentes al de las aves, ya que no cantan y no se mueven de manera muy continua como estas, debido al tipo de sangre que tienen.

Para el inventario de anfibios como reptiles terrestres, se utilizan un conjunto de técnicas estándar muy similares entre sí, sin embargo, el análisis deberá ser separado (anfibios y reptiles), como: encuentro visual, transectos de banda fija, parcelas de hojarasca y cerca de desvío y trampas de caída, etc. En nuestro estudio se utilizó la técnica denominada **Encuentro visual** en conjunto de **transectos de banda fija** los cuales fueron 27 transectos de 25 m de largo por 20 m de ancho (Figura ) con una separación promedio entre transectos de 100 metros, el evaluador realizó su recorrido dentro de toda el área del transecto de manera que se registraba todo individuo con el que se tuviese

---

<sup>15</sup> Alldredge, M. W., K. H. Pollock, T. S. Simons, and S. A. Shriner. 2007. Multiple-species analysis of point count data: A more parsimonious modeling framework. *Journal of Applied Ecology*

<sup>16</sup> Simons, T.R., Alldredge, M.W., Pollock, K.H. & Wettroth, J.M. 2007. Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts.

<sup>17</sup> F. González-García. 2011. Métodos para contar aves terrestres: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.

avistamiento, la búsqueda fue intensiva ya que se movieron de manera minuciosa rocas, ramas muertas, cuerpos de agua, etc. (Ministerio del Ambiente, 2015)<sup>18</sup>.

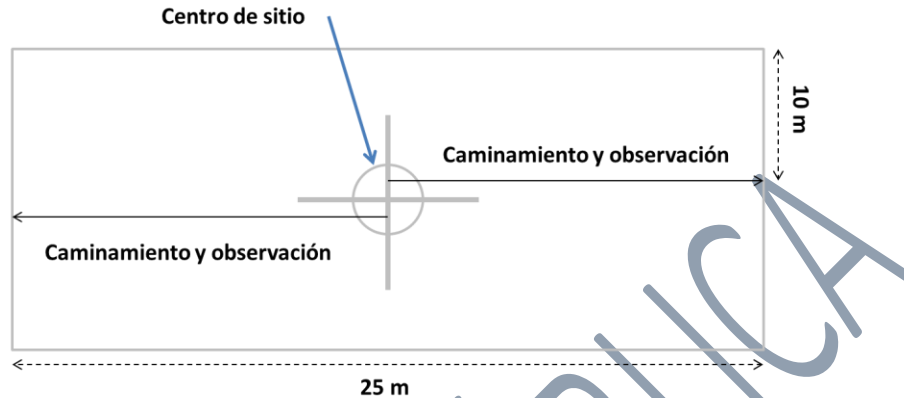


Figura 89. Transecto de muestreo de reptiles y anfibios.

### Conteo de Mamíferos

La metodología empleada para el muestreo de mamíferos fue a través del método directo mediante conteo de los animales observados y de igual manera a través de un método indirecto, mediante la búsqueda e identificación de rastros (excretas, huellas, etc.) respectivamente, En los puntos seleccionados, se realizaron conteos para mamíferos pequeños (roedores), mamíferos medianos (ardillas, armadillos, tlacuaches, entre otros) y para mamíferos mayores (cánidos, prociónidos, félidos, cérvidos), así mismo se trabajó con mamíferos voladores (murciélagos). Se aplicaron técnicas estándar para la medición y monitoreo de los distintos grupos de mamíferos (Ministerio de Medio Ambiente, 2015)<sup>7</sup>, con la realización de transectos de 25 m y un ancho visual aproximado de 20 m (10 m de cada lado como distancia mínima de detección), siendo estos recorridos durante el día a diferentes horas para poder observar la mayor cantidad de individuos y con una separación entre transectos de 100 metros como mínimo, además, se utilizaron cámaras trampa con ubicación estratégica del paso de este tipo de fauna.

<sup>18</sup>Ministerio del Ambiente. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

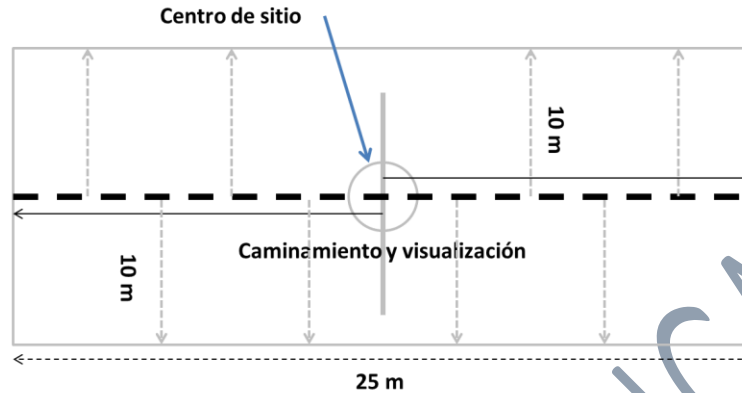


Figura 90. Transecto de muestreo de mamíferos.

Es importante mencionar que los métodos tradicionales para estimar las tendencias poblacionales son el uso de los transectos, y más recientemente el uso de cámaras trampa (Wilson y Delahay 2001)<sup>19</sup>, las cuales se colocan durante varios días seguidos para monitorear la presencia de individuos nocturnos. Los transectos fueron establecidos en el tipo de vegetación similar.

De manera general, los factores que se consideraron al elegir la ubicación de las unidades de muestreo en el área del proyecto y el sistema ambiental regional fueron:

- ✓ las dimensiones del proyecto y su área de influencia
- ✓ los diferentes ecosistemas presentes en el sistema ambiental
- ✓ la accesibilidad a los hábitats más representativos
- ✓ ubicación de abrevaderos, sitios de alimentación y senderos

#### IV.2.2.2.3.1.2. Tamaño de muestra para el SAR y el AP

La metodología utilizada para determinar la riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres dentro del área del proyecto que cuenta con una superficie forestal de **8.7004 ha**, se basó en observaciones directas e indirectas en **27 transectos** ubicados dentro del **área del proyecto**, como se puede observar en la tabla y figura siguientes:

Tabla 160. Número de transectos y coordenadas del punto de comienzo y final de donde se realizó el muestreo de fauna silvestre dentro del AP (ANEXO N).

No	INICIO		CENTRO		FINAL	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	589057.26	2097033.124	589067.9764	2097028.163	589078.6928	2097023.202
2	588935.0626	2097089.127	588945.7789	2097084.166	588956.4953	2097079.204

<sup>19</sup> Wilson Gavin J. Delahay Richard J. (2001) A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. Wildlife Research 28, 151-164.

No	INICIO		CENTRO		FINAL	
	X	Y	X	Y	X	Y
3	588817.0051	2097144.068	588827.7214	2097139.107	588838.4377	2097134.145
4	588704.6481	2097196.512	588715.3643	2097191.55	588726.0805	2097186.589
5	588612.1777	2097238.956	588622.8939	2097233.994	588633.61	2097229.033
6	588544.4146	2097270.754	588555.1308	2097265.792	588565.8469	2097260.831
7	588461.9604	2097310.469	588472.6765	2097305.508	588483.3926	2097300.546
8	588309.1863	2097382.536	588319.9023	2097377.574	588330.6183	2097372.613
9	588218.9125	2097422.401	588229.6284	2097417.44	588240.3444	2097412.478
10	588020.634	2097509.839	588031.5883	2097505.422	588042.5427	2097501.005
11	587917.0404	2097551.387	587927.9947	2097546.97	587938.949	2097542.553
12	587797.0073	2097600.393	587807.9615	2097595.976	587818.9158	2097591.559
13	587706.1901	2097635.392	587717.1443	2097630.975	587728.0985	2097626.557
14	587582.6387	2097687.942	587593.5928	2097683.525	587604.5469	2097679.108
15	587361.74	2097778.735	587372.694	2097774.318	587383.648	2097769.9
16	587257.1069	2097822.524	587268.0609	2097818.106	587279.0148	2097813.689
17	587133.2973	2097870.358	587144.2512	2097865.941	587155.2051	2097861.523
18	587021.9787	2097916.845	587032.9325	2097912.428	587043.8863	2097908.01
19	586865.3192	2097989.446	586864.7807	2097977.708	586864.2422	2097965.969
20	586705.1664	2098041.295	586716.1201	2098036.878	586727.0737	2098032.46
21	586592.6829	2098087.922	586603.6365	2098083.504	586614.5901	2098079.086
22	586467.4862	2098141.665	586478.4398	2098137.247	586489.3934	2098132.83
23	586164.274	2098263.994	586175.2274	2098259.576	586186.1808	2098255.158
24	586030.7749	2098319.336	586041.7282	2098314.918	586052.6816	2098310.5
25	585880.8639	2098379.702	585891.8172	2098375.284	585902.7705	2098370.866
26	585146.0265	2098675.678	585156.9795	2098671.26	585167.9326	2098666.842
27	585010.4054	2098727.759	585021.3583	2098723.34	585032.3113	2098718.922

En la figura 91 se presenta la ubicación de los transectos del área del proyecto y el SAR.

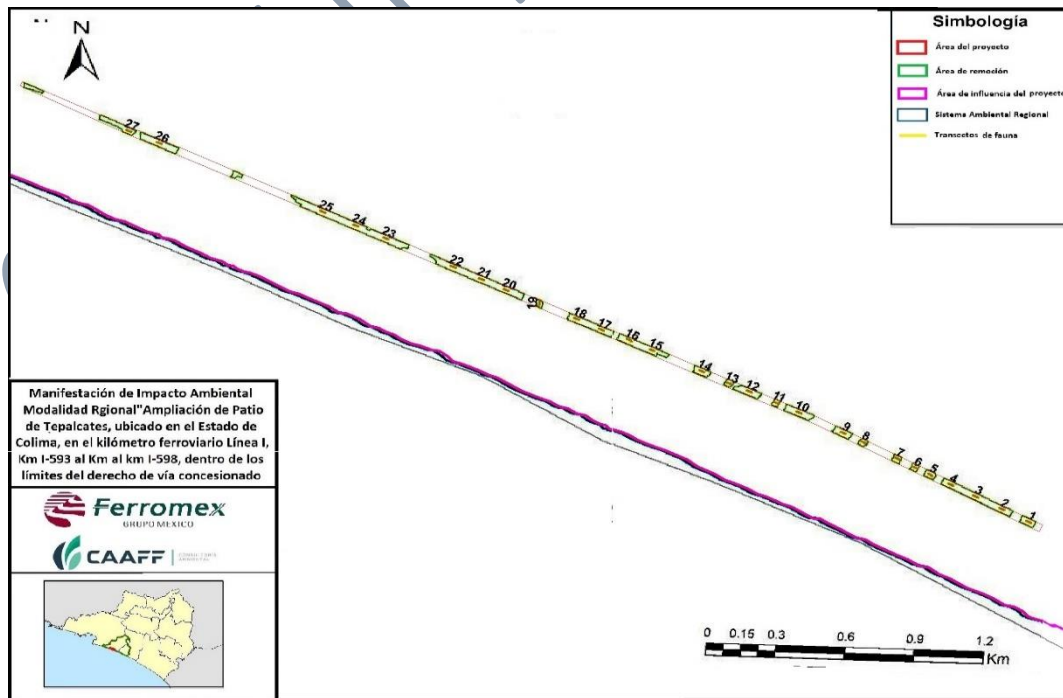


Figura 91. Ubicación de los transectos de fauna en el Sistema ambiental regional y el Área del Proyecto.



#### IV.2.2.2.1.3. Variables evaluadas

La variable por evaluar para todos los grupos faunísticos fue la cantidad de individuos, a continuación, se enlistan los métodos y materiales que fueron utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo.

Tabla 161. Materiales y métodos utilizados durante el muestreo de fauna para cada grupo faunístico.

GRUPO FAUNÍSTICO	VARIABLE POR EVALUAR	MÉTODO DE CONTEO	MATERIAL
Aves	Número de individuos	Avistamiento, canto, captura, nidos	Redes de niebla y binoculares
Mamíferos		Avistamiento, huellas, captura, madrigueras	Trampas Sherman, Tomahawk y cámaras trampa
Anfibios y Reptiles		Avistamiento, captura	Trampa de embudo, Bastón herpetológico

#### IV.2.2.2.1.4. Horario de muestreo

En los siguientes apartados se explica a detalle las actividades realizadas durante el muestreo, para la obtención de información por grupo faunístico. En la siguiente tabla se enlistan los horarios óptimos para la observación de fauna silvestre de acuerdo con el grupo faunístico.

Tabla 162. Horarios de mayor actividad de los diferentes grupos faunísticos.

GRUPO DE FAUNA	HORARIO DE MAYOR ACTIVIDAD
Aves	6:00 – 9:00 horas y 16:00 – 18:00 horas (Perovic <i>et al.</i> , 2008)
Mamíferos	Diurnos, crepusculares, nocturnos (Painter <i>et al.</i> , 1999)
Anfibios	9:00 – 11:00 horas y 21:00 a 23:00 horas (Sanabria <i>et al.</i> , 2007)
Reptiles	9:00 – 12:00 y 16:00 y 22:00 horas (Navas, 1999)

#### IV.2.2.2.3.1.5. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos durante los transectos realizados en el muestreo dentro del AP y el SAR, fueron capturados en hojas de cálculo de Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos de los índices de diversidad alfa (Shannon y Pielou) que se presentan en este apartado.

#### IV.2.2.2.3.2. Especies registradas en el sistema ambiental regional y área del proyecto

Al llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos de los muestreos realizados en campo para fauna, se procedió a realizar la comparación del sistema ambiental regional con el área del proyecto, arrojando los siguientes resultados, los cuales se presentan de forma general para los tipos de vegetación estudiada.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el sistema ambiental regional como para el área del proyecto, lo que facilita poder realizar la comparación entre las unidades de estudio y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

**Tabla 163. Tabla comparativa de especies de fauna.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)	ÁREA DEL PROYECTO (AP)
<b>Anfibios</b>				
Bufo	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	P	NP
Bufo	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon	P	NP
<b>Aves</b>				
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	P	P
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguiluilla gris	P	P
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	P	P
Icteridae	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	P	P
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	P	P
Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tortolita Cola Larga	P	P
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	P	P
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	P	P
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	P	NP
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Chuparosa Canelo	P	NP
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	P	NP
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguiluilla cola corta	P	NP
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	P	NP
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	P	NP
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín arcoíris	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorín morado	P	NP
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Hermosa Cariblanca	P	NP
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	P	NP
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Paserina azul	P	NP
Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	P	NP
Odontophoridae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz de monte	P	NP
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	P	P
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	P	P
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	P	P
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	P	P
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	P	P
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	P	NP
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	P	NP
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	P	NP
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	P	NP
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	P	P
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	P	P
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	P	P
Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	P	P
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	P	P
Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	P	P
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibibú	P	P
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	P	P
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	P	P
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	P	P
Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma Alas Blancas	P	P
Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Huilota Común	P	P
<b>Mamíferos</b>				
Dasyopodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	P	P
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	P	P

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)	ÁREA DEL PROYECTO (AP)
Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murcielago orejon	P	NP
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	P	NP
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	P	NP
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	P	NP
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	P	P
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	P	P
Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	P	P
Cricetidae	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	P	P
Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	P	P
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	P	P
<b>Reptiles</b>				
Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	P	P
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	P	NP
Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	P	NP
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	P	NP
Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	P	NP
Colubridae	<i>Masticophis anthonyi</i>	Chirrionera	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Espinosa del pacífico	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño espinoso	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de collar	P	NP
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Huico de líneas	P	P
Teiidae	<i>Aspidozelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	P	P
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	P	P
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	P	P
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	P	P

P = Presente, NP = No presente.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para el AP, lo que facilita poder realizar la comparación entre las unidades de estudio y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 164. Comparativa de los índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de SBC.

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
	RIQUEZA ESPECÍFICA		ÍNDICE DE SHANNON		EQUIDAD DE PIELOU	
ORNITOFAUNA	44	25	5.1511	4.2859	0.9435	0.9229
MASTOFAUNA	12	8	3.3433	2.6583	0.9326	0.8752
HERPETOFAUNA	14	6	3.2093	2.2624	0.8429	0.8752
ANFIBIOS	2	0	0.918	0	0.918	0

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que con base en los muestreos de campo del sistema ambiental regional (SAR) se tiene mejores condiciones de riqueza, abundancia y biodiversidad en los diferentes grupos faunísticos que en el área del proyecto (AP), a pesar de que el muestreo realizado en el SAR no necesariamente refleja la totalidad de las especies presentes en la misma, debido a la imposibilidad de muestrear la totalidad de la superficie considerada, por lo que la diferencia puede aún ser mucho mayor. Sin embargo, los 3 grupos faunísticos del SAR están cerca de tener una equitatividad de las especies presentes, dada su cercanía con el índice de biodiversidad máximo.

La utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con ello se demuestra que la composición de la fauna que se encontró en comparación con las áreas muestreadas en los mismos ecosistemas fuera del área del proyecto y dentro del sistema ambiental fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuidas o afectada.

También, es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas y en general son áreas con presencia de actividades antropogénicas, como la ganadería extensiva y por las actividades de comunicación y transporte por un lado la vía férrea de Manzanillo-Irapuato y la autopista Manzanillo-Guadalajara, por lo que las especies de fauna han disminuido gradualmente en la zona, y en consecuencia con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la permanencia de las especies de fauna en la región.

De acuerdo al listado de fauna en el área del proyecto, sólo se tienen dos especies incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### IV.2.2.2.4. Índices de diversidad y equidad de fauna

Utilizando los registros del muestreo de las especies encontradas se calculó la **riqueza de especies**, **densidad**, **Índice de Shannon-Wiener** e **Índice de Equidad de Pielou**; a continuación, se hace una breve descripción de la metodología.

##### IV.2.2.2.4.1. Metodología

###### 1) Riqueza específica

Es la forma más sencilla de medir la diversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

###### 2) Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente formula, propuesta por Gallina y López, 2011:

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde:

D = Densidad

W = Ancho medio del transecto

L = Longitud total del transecto

###### 3) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de **Shannon-Wiener** expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá

un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente formula se realizan los cálculos, (House P. *et al.*, 2006).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

**$p_i$**  = Densidad proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**$\ln$**  = Logaritmo natural de  **$p_i$** .

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) nos indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{\min} = 0, H'_{\max} = \ln S$$

Como  **$p_i$**  es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 0. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo (House P., *et al.* 2006).

#### 4) Equidad de Pielou

Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada en algunos libros Equidad) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou.

$$Pielou' J = H/\ln(S)$$

Donde:

**$H$**  = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

**$S$**  = Número de especies (o riqueza)

**$\ln$**  = Logaritmo natural

Al igual que con la diversidad el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella M.B., *et al.*, 2012).

#### IV.2.2.2.4.2. Estructura de la comunidad de fauna silvestre en el Sistema ambiental regional

##### Fauna registrada en la vegetación de Selva baja caducifolia (SBC)

Considerando al término "Riqueza de fauna" como el número de especies diferentes presentes en un determinado espacio, para su determinación, se consideró en primera instancia la información de campo levantada en el muestreo de campo.

La riqueza de especies de vertebrados observada en el SAR comprende 72 especies pertenecientes a las clases de anfibios, aves, mamíferos y reptiles, en donde el grupo de las aves presenta una mayor variedad de organismos pertenecientes a distinto orden, familia y mayor número de especies, mientras que en el caso opuesto los anfibios registran la menor diversidad en su clasificación taxonómica con tan solo 1 orden y 1 familia, debido al registro únicamente de 2 especies, tal y como se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 165. Riqueza de especies por grupo faunístico.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Anfibios	1	1	2
Aves	12	23	44
Mamíferos	6	8	12
Reptiles	1	7	14
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>39</b>	<b>72</b>

A continuación, se presenta el listado de las especies de fauna silvestre registradas durante el muestreo realizado, presentándose el registro por cada grupo faunístico (anfibios, aves, mamíferos y reptiles):

Tabla 166. Listado de especies de fauna silvestre registrada en el muestreo del SAR.

NO.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICA
<b>Anfibios</b>					
1	Anura	Bufo	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	
2	Anura	Bufo	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon	
<b>Aves</b>					
1	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	
2	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	
3	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	
4	Passeriformes	Icteridae	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	
5	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	
6	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba palumbus</i>	Tortolita Cola Larga	
7	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	
8	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	
9	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	
10	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rufica</i>	Chuparosa Canelo	
11	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	
12	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	
13	Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	
14	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	
15	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	
16	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorin arcoiris	
17	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	



NO.	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICA
18	Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Hermosa Cariblanca	
19	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	Endémica
20	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	
21	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Paserina azul	
22	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	
23	Galliformes	Odontophoridae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz de monte	Endémica
24	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	
25	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	
26	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	
27	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	
28	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica
29	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	
30	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	
31	Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	
32	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	
33	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	
34	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	
35	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Endémica
36	Passeriformes	Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	
37	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	
38	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	Endémica
39	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibú	
40	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	Endémica
41	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	
42	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	
43	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	
44	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	
<b>Mamíferos</b>					
1	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	
2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	
3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejon	
4	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	
5	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	
6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	
7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	
8	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	
9	Rodentia	Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	Endémica
10	Rodentia	Cricetidae	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	Endémica
11	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	
12	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<b>Reptiles</b>					
1	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	Endémica
2	Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	
3	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Endémica
4	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	
5	Squamata	Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	Endémica
6	Squamata	Colubridae	<i>Masticophis thompsoni</i>	Chirrionera	Endémica
7	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Espinosa del pacífico	Endémica
8	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño espinoso	
9	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de collar	Endémica
10	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	
11	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	Endémica
12	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Endémica
13	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	Endémica
14	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	Endémica

IV.2.2.2.4.2.1. Abundancia de especies de fauna

La "Abundancia relativa", se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente formula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A<sub>total</sub> = Número Total de individuos de todas las especies

A continuación, se presenta la abundancia relativa calculada por cada grupo faunístico, de acuerdo a la información registrada durante el muestreo realizado en el SAR.

**Anfibios**

Como se puede observar en la tabla siguiente, el SAR se registró una riqueza de anfibios de 2 especies y una abundancia total de 3 ejemplares, en donde la especie más abundante es *Rhinella horribilis* cuya abundancia relativa es de 66.67%, mientras que *Incilius marmoreus* posee el 33.33% de la abundancia relativa, siendo la especie de menor abundancia en el grupo de los anfibios.

Tabla 167. Abundancia de las especies de anfibios en el SAR.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Anura	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo jaspeado	1	33.33%
2	Anura	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon	2	66.67%
TOTAL				3	100.00%

**Aves**

El grupo de las aves presenta una riqueza de 44 especies y una abundancia total de 321 ejemplares registrados, que en comparación los demás grupos faunísticos el de las aves resulta ser el que posee el mayor registro de individuos y diversidad de especies. De acuerdo a la información recabada, la especie dominante de esta comunidad faunística es *Columbina inca* la cual concentra el 8.10% de la abundancia relativa, y enseguida se destacan *Zenaida asiatica* (5.92%), *Myiozetetes similis* (5.30%) y *Zenaida macroura* (5.30%); En conjunto las 4 especies más abundantes concentran el 24.62% de la abundancia relativa del grupo faunístico; por el contrario, la especie menos abundante en la comunidad faunística es *Falco sparverius* de las cual se registró una abundancia de únicamente 1 ejemplar lo que corresponde al 0.31% de la abundancia relativa; otras especies menos abundantes son: *Buteo plagiatus* (0.62%), *Quiscalus mexicanus* (0.62%) y *Geococcyx velox* (0.62%), entre otras, como se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 168. Abundancia de las especies de aves en el SAR.**

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Pelecaniformes	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	5	1.56%
2	Accipitriformes	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguillilla gris	2	0.62%
3	Falconiformes	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	6	1.87%
4	Passeriformes	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	7	2.18%
5	Cathartiformes	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	9	2.80%
6	Columbiformes	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	26	8.10%
7	Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	9	2.80%
8	Passeriformes	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	10	3.12%
9	Passeriformes	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	2	0.62%
10	Apodiformes	<i>Amazilia rutila</i>	Chuparosa Canelo	7	2.18%
11	Pelecaniformes	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	3	0.93%
12	Accipitriformes	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguillilla cola corta	5	1.56%
13	Falconiformes	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguillilla cola roja	6	1.87%
14	Falconiformes	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	1	0.31%
15	Psittaciformes	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	7	2.18%
16	Passeriformes	<i>Passerina ciris</i>	Colorin arcoiris	5	1.56%
17	Passeriformes	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	4	1.25%
18	Passeriformes	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Hermosa Cariblanca	4	1.25%
19	Trogoniformes	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	3	0.93%
20	Cuculiformes	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	2	0.62%
21	Passeriformes	<i>Passerina caerulea</i>	Paserina azul	5	1.56%
22	Passeriformes	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	5	1.56%
23	Galliformes	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz de monte	3	0.93%
24	Cuculiformes	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	11	3.43%
25	Pelecaniformes	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	3	0.93%
26	Passeriformes	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	15	4.67%
27	Passeriformes	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	14	4.36%
28	Piciformes	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	6	1.87%
29	Cuculiformes	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	4	1.25%
30	Passeriformes	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	3	0.93%
31	Passeriformes	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	10	3.12%
32	Columbiformes	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	4	1.25%
33	Piciformes	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	4	1.25%
34	Passeriformes	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	17	5.30%
35	Galliformes	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálada	3	0.93%
36	Passeriformes	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	6	1.87%
37	Passeriformes	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	12	3.74%
38	Passeriformes	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	8	2.49%
39	Passeriformes	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibiú	6	1.87%
40	Passeriformes	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	7	2.18%
41	Passeriformes	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	9	2.80%
42	Passeriformes	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	7	2.18%
43	Columbiformes	<i>Zenaid macroura</i>	Paloma Alas Blancas	19	5.92%
44	Columbiformes	<i>Zenaid macroura</i>	Huilota Común	17	5.30%
<b>TOTAL</b>				<b>321</b>	<b>100.00%</b>

### Mamíferos

El grupo de los mamíferos como se muestra en la posterior posee una riqueza específica de 12 tipos de mamíferos y una abundancia total de 78 individuos. Como se puede observar en la comunidad, las especies más abundantes son *Artibeus jamaicensis* y *Macrotus waterhousii* ya que en cada una de

ellas concentra el 16.67% de abundancia relativa, logran en conjunto el 33.34% de la abundancia relativa del grupo faunístico, enseguida de estas se observa también con valores elevados a las especies *Desmodus rotundus* (11.54%) y *Glossophaga soricina* (12.82%). En el caso de las especies de menor abundancia se identifica a *Dasyus novemcinctus* y *Nasua narica* las cuales poseen por igual una abundancia relativa de 2.56%, siendo así las especies de menor abundancia de la comunidad de los mamíferos.

Tabla 169. Abundancia de las especies de mamíferos en el SAR.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Cingulata	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	2	2.56%
2	Chiroptera	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	13	16.67%
3	Chiroptera	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejon	13	16.67%
4	Carnivora	<i>Nasua narica</i>	Coatí	2	2.56%
5	Artiodactyla	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	4	5.13%
6	Chiroptera	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	9	11.54%
7	Chiroptera	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	10	12.82%
8	Didelphimorphia	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	7	8.97%
9	Rodentia	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	6	7.69%
10	Rodentia	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	5	6.41%
11	Artiodactyla	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	3	3.85%
12	Carnivora	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	4	5.13%
<b>TOTAL</b>				<b>78</b>	<b>100.00%</b>

## Reptiles

La riqueza de especies registrada por parte de los reptiles de acuerdo con la tabla siguiente es de 14 especies y una abundancia total de 70 ejemplares. En esta comunidad faunística la especie de mayor presencia derivado de su mayor población es *Aspidoscelis deppii* con una abundancia relativa de 22.86%, seguida de *Aspidoscelis lineattissimus* con 20.00%, ambas especies perciben el 42.86% de la abundancia relativa total del grupo faunístico, otras especies igualmente con una abundancia relativa elevada son *Sceloporus utiformis* (14.29%) y *Anolis nebulosus* (11.43%). En este caso 4 especies son consideradas las menos abundantes, de las cuales se logró el registro del mismo número de ejemplares, siendo estas especies *Crotalus basiliscus*, *Iguana iguana*, *Trimorphodon tau* y *Masticophis anthonyi* cuya abundancia relativa de cada una es de 1.43%.

Tabla 170. Abundancia de las especies de reptiles en el SAR.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Squamata	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	8	11.43%
2	Squamata	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	2	2.86%
3	Squamata	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	1	1.43%
4	Squamata	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	1	1.43%
5	Squamata	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	1	1.43%
6	Squamata	<i>Masticophis anthonyi</i>	Chirrionera	1	1.43%
7	Squamata	<i>Sceloporus horridus</i>	Espinosa del pacífico	3	4.29%
8	Squamata	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño espinoso	3	4.29%
9	Squamata	<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de collar	3	4.29%
10	Squamata	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	16	22.86%

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
11	Squamata	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	14	20.00%
12	Squamata	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	2	2.86%
13	Squamata	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	5	7.14%
14	Squamata	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	10	14.29%
<b>TOTAL</b>				<b>70</b>	<b>100.00%</b>

#### IV.2.2.2.4.2.2. Diversidad faunística

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Weaver (H'). Para nuestro caso se utilizó el índice de Shannon y Weaver que utiliza la siguiente expresión para su estimación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Dónde:

Pi es la presencia relativa de la especie i y S el número total de las especies y log2 (logaritmo base 2).

H' es el índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

$$H'_{\text{máx}} = -S \left( \frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

De acuerdo a lo anterior, el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden presentar valores aún más altos. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema. La interpretación de este índice se hizo en base

a lo indicado por Magurran (1988), quien menciona que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3.4 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,5 como de diversidad alta.

En lo que respecta al Índice de Equitatividad (J), se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies. El valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. Por lo tanto, este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

A continuación, se presentan los resultados de biodiversidad obtenidos para cada grupo faunístico:  
**Anfibios**

Tabla 171. Índices de biodiversidad de los anfibios en el SAR.

NO.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo jaspeado	1	0.3333	-1.5850	-0.5283
2	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon	2	0.6667	-0.5850	-0.3900
<b>Total</b>			<b>3</b>	<b>ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</b>		<b>0.9183</b>
				<b>BIODIVERSIDAD MÁXIMA</b>		<b>1.0000</b>
				<b>EQUITATIVIDAD</b>		<b>0.9183</b>

Como se muestra en la tabla anterior, el grupo de los anfibios posee un índice de biodiversidad de 0.9183 bits/ind, un índice de biodiversidad máxima de 1.0000 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriores un índice de equitatividad de 0.9183. Por lo anterior, se concluye que la biodiversidad en el grupo de los anfibios es baja, cuya biodiversidad maxima posible se clasifica en el mismo rango (baja); se considera que la estructura faunística presenta un ligero dominio por parte de una de las especies, dado la abundancia de su población es mayor, lo que señala condiciones del sitio que favorecen el desarrollo de una especie sobre otra.

Aves

Tabla 172. Índices de biodiversidad de las aves en el SAR.

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	5	0.0156	-6.0045	-0.0935
2	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	2	0.0062	-7.3264	-0.0456
3	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	6	0.0187	-5.7415	-0.1073
4	<i>Cassidix melanicterus</i>	Cacique mexicano	7	0.0218	-5.5191	-0.1204
5	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	9	0.0280	-5.1565	-0.1446
6	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	26	0.0810	-3.6260	-0.2937
7	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	9	0.0280	-5.1565	-0.1446
8	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	10	0.0312	-5.0045	-0.1559
9	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	2	0.0062	-7.3264	-0.0456
10	<i>Amazilia rutila</i>	Chuparosa Canelo	7	0.0218	-5.5191	-0.1204
11	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	3	0.0093	-6.7415	-0.0630
12	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	5	0.0156	-6.0045	-0.0935
13	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	6	0.0187	-5.7415	-0.1073
14	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	1	0.0031	-8.3264	-0.0259



No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
15	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	7	0.0218	-5.5191	-0.1204
16	<i>Passerina ciris</i>	Colorin arcoiris	5	0.0156	-6.0045	-0.0935
17	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	4	0.0125	-6.3264	-0.0788
18	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Hermosa Cariblanca	4	0.0125	-6.3264	-0.0788
19	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	3	0.0093	-6.7415	-0.0630
20	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	2	0.0062	-7.3264	-0.0456
21	<i>Passerina caerulea</i>	Paserina azul	5	0.0156	-6.0045	-0.0935
22	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	5	0.0156	-6.0045	-0.0935
23	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz de monte	3	0.0093	-6.7415	-0.0630
24	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	11	0.0343	-4.8670	-0.1668
25	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	3	0.0093	-6.7415	-0.0630
26	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	15	0.0467	-4.4195	-0.2065
27	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	14	0.0436	-4.5191	-0.1971
28	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	6	0.0187	-5.7415	-0.1073
29	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	4	0.0125	-6.3264	-0.0788
30	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	3	0.0093	-6.7415	-0.0630
31	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	10	0.0312	-5.0045	-0.1559
32	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	4	0.0125	-6.3264	-0.0788
33	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de lineas	4	0.0125	-6.3264	-0.0788
34	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	17	0.0530	-4.2390	-0.2245
35	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	3	0.0093	-6.7415	-0.0630
36	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	6	0.0187	-5.7415	-0.1073
37	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	12	0.0374	-4.7415	-0.1773
38	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	8	0.0249	-5.3264	-0.1327
39	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibíu	6	0.0187	-5.7415	-0.1073
40	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	7	0.0218	-5.5191	-0.1204
41	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	9	0.0280	-5.1565	-0.1446
42	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	7	0.0218	-5.5191	-0.1204
43	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	19	0.0592	-4.0785	-0.2414
44	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	17	0.0530	-4.2390	-0.2245
<b>Total</b>			<b>321</b>	<b>ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</b>		<b>5.1511</b>
				<b>BIODIVERSIDAD MÁXIMA</b>		<b>5.4594</b>
				<b>EQUITATIVIDAD</b>		<b>0.9435</b>

En la tabla anterior, referente a los índices obtenidos por el grupo de faunístico de las aves, este presenta un índice de biodiversidad de 5.1511 bits/ind, un índice de biodiversidad máxima de 5.4594 bits/ind, y un índice de equitatividad de 0.9435. Por lo anterior, el grupo de las aves posee una biodiversidad muy alta debido a la presencia de un gran número de especies y de ejemplares, proyectando un valor aún más alto de acuerdo a la biodiversidad máxima posible; en cuanto a la equitatividad se observa que existen algunas especies de aves que se encuentran ligeramente más adaptadas a las condiciones cuya población presenta una diferencia significativa con las especies menos abundantes, no obstante el índice aun es elevado, derivado a que un mayor de especies menos abundantes presenta valores similares entre sí, siendo pocas especies las que son mayormente abundantes.

## Mamíferos

Tabla 173. Índices de biodiversidad de los mamíferos en el SAR.

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	2	0.0256	-5.2854	-0.1355
2	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	13	0.1667	-2.5850	-0.4308
3	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murcielago orejon	13	0.1667	-2.5850	-0.4308
4	<i>Nasua narica</i>	Coatí	2	0.0256	-5.2854	-0.1355
5	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	4	0.0513	-4.2854	-0.2198

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
6	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	9	0.1154	-3.1155	-0.3595
7	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	10	0.1282	-2.9635	-0.3799
8	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	7	0.0897	-3.4780	-0.3121
9	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	6	0.0769	-3.7004	-0.2846
10	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	5	0.0641	-3.9635	-0.2541
11	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	3	0.0385	-4.7004	-0.1808
12	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	4	0.0513	-4.2854	-0.2198
Total			78	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD	3.3433	
				BIODIVERSIDAD MÁXIMA	3.5850	
				EQUITATIVIDAD	0.9326	

Como se muestra en la Tabla el grupo de fauna de los mamíferos cuenta con un índice de biodiversidad de 3.3433 bits/ind, un índice de biodiversidad máxima de 3.5850 bits/ind, y un índice de equitatividad de 0.9326. Con base a los resultados obtenidos, el grupo presenta una biodiversidad media, pudiendo obtener una biodiversidad máxima posible alta, por su parte la equitatividad con la que se distribuye el número de individuos por especie resulta ser en su mayoría homogéneo, sin embargo, existe una diferencia notable de las especies más y menos abundantes entre sus poblaciones, no obstante, entre las especies menos abundantes su población es similar entre sí, siendo una mayor riqueza de estas especies en comparación con las especies más abundantes, lo que mantiene un índice aún elevado.

## Reptiles

Tabla 174. Índices de biodiversidad de los reptiles en el SAR.

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Anolis nebulosus</i>	Añolis	8	0.1143	-3.1293	-0.3576
2	<i>Boa imperator</i>	Mazaacuata	2	0.0286	-5.1293	-0.1466
3	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	1	0.0143	-6.1293	-0.0876
4	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	1	0.0143	-6.1293	-0.0876
5	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	1	0.0143	-6.1293	-0.0876
6	<i>Masticophis anthonyi</i>	Chirriónera	1	0.0143	-6.1293	-0.0876
7	<i>Sceloporus horridus</i>	Espinosa del pacífico	3	0.0429	-4.5443	-0.1948
8	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño espinoso	3	0.0429	-4.5443	-0.1948
9	<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de collar	3	0.0429	-4.5443	-0.1948
10	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	16	0.2286	-2.1293	-0.4867
11	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	14	0.2000	-2.3219	-0.4644
12	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	2	0.0286	-5.1293	-0.1466
13	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	5	0.0714	-3.8074	-0.2720
14	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	10	0.1429	-2.8074	-0.4011
Total			70	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD	3.2093	
				BIODIVERSIDAD MÁXIMA	3.8074	
				EQUITATIVIDAD	0.8429	

El grupo de fauna de los reptiles con base a la Tabla presenta un índice de biodiversidad de 3.2093 bits/ind, un índice de biodiversidad máxima de 3.8074 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriores mencionados se tiene un índice de equitatividad de 0.8429. De acuerdo con lo anterior, el grupo posee una biodiversidad media, mientras que la biodiversidad máxima proyectada es alta; los resultados muestran la existencia de especies dominantes, las cuales se encuentran en mayor abundancia sobre otras, debido a que las condiciones del sitio les favorecen y son menos afectadas

por los impactos presentes en el medio, por ello el índice de equitatividad es menor en comparación con otros grupos faunísticos.

\* **Comparativo de los índices de biodiversidad de cada grupo faunístico**

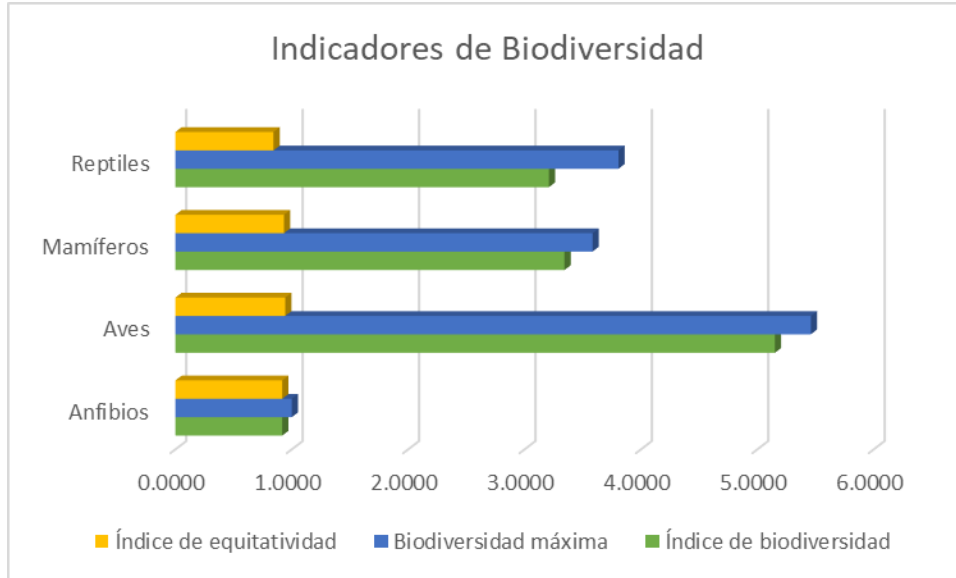


Figura 92. Indicadores de biodiversidad por grupo faunístico.

En el grafico anterior se muestran los índices obtenidos por cada grupo de fauna, como se puede observar la biodiversidad más elevada la posee el grupo de las aves, las cual se considera muy alta, enseguida de esta, el grupo de los mamíferos y reptiles poseen una biodiversidad media, mientras que los anfibios es el único grupo que cuenta con una biodiversidad baja. Por su parte el índice de biodiversidad máxima continúa siendo mayor por parte de la comunidad de las aves como muy alta, mientras que los reptiles y aves proyectan una biodiversidad alta, el grupo de los anfibios confirma con este índice una biodiversidad baja. El índice de equitatividad es mayor en el grupo de las aves, posteriormente el de los mamíferos y anfibios, y por último el grupo de los reptiles cuyo grupo presenta en su estructura especies dominantes, la cuales se encuentran en mayor proporción en el medio natural sobre otras.

IV.2.2.2.4.3. Estructura de la comunidad de fauna silvestre en el Área del Proyecto

Considerando que de las **648 especies** potenciales que hay para el área de estudio, se logró observar un total de **39** de estas, los cuales representan el **6.01%** de la riqueza faunística.

Es importante mencionar que el listado de especies potenciales se basó en una revisión y recopilación de información en bases de datos especializadas, en donde con base a la ubicación del sitio del proyecto, se identificaron los registros de las especies de los cuatro grupos faunísticos. Por lo que, estos registros son una recopilación de varios años en diferentes épocas, por lo que enriquece aún más la información.

El hecho de que en el sitio del proyecto se haya identificado el **6.01%** de las especies potenciales en el AP, es considerable en primera instancia por las características físicas del proyecto que influyen de manera determinante en la distribución de las especies de vertebrados silvestres menores (reptiles y mamíferos) dentro del área de estudio, como son la existencia cercana de la carretera, centros de población, así como las actividades agrícolas y ganaderas que forman barreras o efectos borde que limitan y/o afectan la distribución de los organismos. Para los mamíferos de talla media y grande, murciélagos y aves, no es una barrera, ya que no los limita en sus desplazamientos y distribución de sus poblaciones.

A pesar de que no existen poblaciones importantes en el sitio del proyecto, previo a las actividades de desmonte, se ejecutará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre presente en el sitio del proyecto, teniendo como fin el no dañar especímenes de fauna silvestre, especialmente aquellas identificadas como de lento desplazamiento (reptiles), las cuales se desplazarán a las áreas con vegetación cercanas al proyecto. Otro tipo de fauna como los mamíferos pequeños y las aves tienden a huir de sitios con presencia humana.

Considerando al término "**Riqueza de fauna**" como el número de especies diferentes presentes en un determinado espacio, para su determinación, se consideró en primera instancia la información de campo levantada en el muestreo de campo.

La estructura faunística del área del proyecto se comprende por **3 clases, 16 órdenes, 26 familias y 39 especies**, siendo el grupo de las aves el que más especies registra, posteriormente los reptiles y en último lugar los mamíferos, tal y como se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 175. Riqueza de especies por grupo faunístico.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Aves	9	15	25
Mamíferos	6	7	8
Reptiles	1	4	6
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>39</b>

A continuación, se presenta el listado de las especies de fauna silvestre del área del proyecto registradas durante el muestreo realizado, presentándose el registro por cada grupo faunístico (aves, mamíferos y reptiles):

Tabla 176. Listado de especies de fauna silvestre registrada en el muestreo del área del proyecto.

NO	TAXÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICA
<b>Aves</b>						
1	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	
2	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	
3	Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	
4	Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	
5	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	

NO	TAXÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDÉMICA
6	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	
7	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	
8	Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	
14	Aves	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	
9	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	
10	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	
13	Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	
11	Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	
12	Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica
15	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	
16	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Endémica
17	Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	
18	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	
19	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	Endémica
21	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	Endémica
22	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirin	
20	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibíu	
23	Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	
24	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	
25	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	
<b>Mamíferos</b>						
1	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	
2	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo	
3	Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	
4	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	
5	Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	
6	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	Endémica
7	Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	Endémica
8	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<b>Reptiles</b>						
1	Reptilia	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	Endémica
2	Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	
3	Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	Endémica
4	Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Endémica
5	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	Endémica
6	Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	Endémica

IV.2.2.2.4.3.1. Abundancia de especies de fauna

La "Abundancia relativa", se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente formula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A<sub>total</sub> = Número Total de individuos de todas las especies

A continuación, se presenta la abundancia relativa calculada por cada grupo faunístico, de acuerdo a la información registrada durante el muestreo realizado en el área del proyecto.

**Aves**

Como se muestra en la Tabla 3 el grupo de las aves posee una riqueza de 25 especies, y una abundancia total de 155 ejemplares registrados, de acuerdo a la estructura actual, el grupo se encuentra mayormente representado por la especie Columbina inca cuya abundancia es de 23 ejemplares, representado el 14.84% d la abundancia relativa, enseguida se identifican otras especies abundantes, se trata de *Myiozetetes similis* (8.39%), *Pitangus sulphuratus* (6.45%), *Zenaida asiatica* (7.10%) y *Zenaida macroura* (9.03%); las especies anteriores perciben en conjunto el 45.81% de la abundancia relativa total del estrato. En contraste, las especies menos abundantes del grupo son *Ardea alba* (1.29%), *Buteo plagiatus* (0.65%), *Dryocopus lineatus* (1.29%), *Egretta caerulea* (1.29%) y *Melanerpes chrysogenys* (1.29%), de las cuales se logró únicamente el registro de cada una entre 1 y 2 ejemplares.

Tabla 177. Abundancia de las especies de aves en el área del proyecto.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Pelecaniformes	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	2	1.29%
2	Accipitriformes	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.65%
3	Falconiformes	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	5	3.23%
4	Passeriformes	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	4	2.58%
5	Cathartiformes	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	4	2.58%
6	Columbiformes	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	23	14.84%
7	Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	5	3.23%
8	Cuculiformes	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	9	5.81%
9	Piciformes	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de lineas	2	1.29%
10	Pelecaniformes	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	2	1.29%
11	Passeriformes	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	5	3.23%
12	Passeriformes	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	6	3.87%
13	Passeriformes	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	4	2.58%
14	Piciformes	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	2	1.29%



NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
15	Passeriformes	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	13	8.39%
16	Galliformes	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	3	1.94%
17	Passeriformes	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	5	3.23%
18	Passeriformes	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	10	6.45%
19	Passeriformes	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	5	3.23%
20	Passeriformes	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	7	4.52%
21	Passeriformes	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	6	3.87%
22	Passeriformes	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibiú	4	2.58%
23	Passeriformes	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3	1.94%
24	Columbiformes	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	7.10%
25	Columbiformes	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	14	9.03%
<b>TOTAL</b>				<b>155</b>	<b>100.00%</b>

### Mamíferos

Como se muestra en la Tabla se obtuvo el registro de 8 especies de mamíferos y una abundancia total de 36 individuos en el área del proyecto. La estructura faunística de este grupo se encuentra representada en mayor instancia por la especie *Artibeus jamaicensis* con una abundancia relativa de 30.56% (11 individuo) seguida de *Glossophaga soricina* (22.22%), *Didelphis virginiana* (13.89%) y *Notocitellus annulatus* (11.11%), en sumatoria las especies más abundantes concentran el 77.78% de la abundancia relativa total, en comparación con las otras especies, en donde la abundancia percibida por cada especie es menor a 9.00%, siendo el valor más bajo por *Dasyus novemcinctus* cuyo registro es de 1 ejemplar y una abundancia relativa, otras especies menos abundantes son *Dicotyles tajacu* y *Osgoodomys banderanus* quienes poseen cada una un valor de 5.56% de abundancia relativa.

Tabla 178. Abundancia de las especies de mamíferos en el área del proyecto.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Chiroptera	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	11	30.56%
2	Cingulata	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	1	2.78%
3	Artiodactyla	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	2	5.56%
4	Didelphimorphia	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	5	13.89%
5	Chiroptera	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	8	22.22%
6	Rodentia	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	4	11.11%
7	Rodentia	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	2	5.56%
8	Carnivora	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	8.33%
<b>TOTAL</b>				<b>36</b>	<b>100.00%</b>

### Reptiles

La estructura de la comunidad de los reptiles es definida por las especies *Aspidoscelis deppii* (31.82%) y *Aspidoscelis lineattissimus* (29.55%), las cuales concentran el 61.37% de la abundancia relativa total del grupo, por su contra parte, las especies *Ctenosaura pectinata* y *Sceloporus pyrocephalus* son las menos abundantes con 2.27% y 9.09% de abundancia relativa respectivamente, lo anterior se puede observar en la Tabla .

Tabla 179. Abundancia de las especies de reptiles en el área del proyecto.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Squamata	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	5	11.36%
2	Squamata	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	14	31.82%
3	Squamata	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	13	29.55%
4	Squamata	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	1	2.27%
5	Squamata	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	4	9.09%
6	Squamata	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	7	15.91%
<b>TOTAL</b>				<b>44</b>	<b>100.00%</b>

#### IV.2.2.2.4.3.1.2 Diversidad faunística

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Weaver (H'). Para nuestro caso se utilizó el índice de Shannon y Weaver que utiliza la siguiente expresión para su estimación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Dónde:

Pi es la presencia relativa de la especie i y S el número total de las especies y log2 (logaritmo base 2).

H' es el índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. Se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

Valores más altos de este índice indican que los individuos están más equitativamente distribuidos, o sea que una comunidad es más diversa si tiene menos grupos dominantes.

$$H' \text{ máx} = -S \left( \frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

De acuerdo a lo anterior, el valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden presentar valores aún más altos. Por tanto, un mayor valor del

índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema. La interpretación de este índice se hizo en base a lo indicado por Magurran (1988), quien menciona que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3.4 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,5 como de diversidad alta.

En lo que respecta al Índice de Equitatividad (J), se define como el grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies. El valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. Por lo tanto, este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

A continuación, se presentan los resultados de biodiversidad obtenidos para cada grupo faunístico:

### Aves

Tabla 180. Índices de biodiversidad de las aves en el área del proyecto.

No.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	2	0.0129	-6.2761	-0.0810
2	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.0065	-7.2761	-0.0469
3	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	5	0.0323	-4.9542	-0.1598
4	<i>Cassidix melanicterus</i>	Cacique mexicano	4	0.0258	-5.2761	-0.1362
5	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	4	0.0258	-5.2761	-0.1362
6	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Gola Larga	23	0.1484	-2.7526	-0.4084
7	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	5	0.0323	-4.9542	-0.1598
8	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	9	0.0581	-4.1062	-0.2384
9	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	2	0.0129	-6.2761	-0.0810
10	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	2	0.0129	-6.2761	-0.0810
11	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	5	0.0323	-4.9542	-0.1598
12	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	6	0.0387	-4.6912	-0.1816
13	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	4	0.0258	-5.2761	-0.1362
14	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	2	0.0129	-6.2761	-0.0810
15	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	13	0.0839	-3.5757	-0.2999
16	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	3	0.0194	-5.6912	-0.1102
17	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	5	0.0323	-4.9542	-0.1598
18	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	10	0.0645	-3.9542	-0.2551
19	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	5	0.0323	-4.9542	-0.1598
20	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	7	0.0452	-4.4688	-0.2018
21	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	6	0.0387	-4.6912	-0.1816
22	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibibú	4	0.0258	-5.2761	-0.1362
23	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3	0.0194	-5.6912	-0.1102
24	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	0.0710	-3.8167	-0.2709
25	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	14	0.0903	-3.4688	-0.3133
<b>Total</b>			<b>155</b>	<b>ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</b>		<b>4.2859</b>
				<b>BIODIVERSIDAD MÁXIMA</b>		<b>4.6439</b>
				<b>EQUITATIVIDAD</b>		<b>0.9229</b>

Con base a la Tabla el grupo de las aves posee un índice de biodiversidad de 4.2859 bits/ind, así mismo una biodiversidad máxima de 4.6439 bits/ind, y como resultado de cociente entre los dos

índices anteriores, se obtuvo un índice de equitatividad de 0.9229. Se concluye que la biodiversidad del grupo de vertebrados de las aves que se exhibe es alta, valor confirmado por parte de la biodiversidad máxima posible, no obstante, la equitatividad con la que se distribuye la abundancia por especie enmarca una ligera dominancia por parte de la especie *Columbina inca* la cual es la especie mejor adaptada a los impactos y condiciones del área del proyecto, cabe mencionar que esta se encuentra sometida a impactos constantes que influyen en la presencia de especies de este grupo, como lo son el paso de ferrocarril y vehículos debido a la cercanía con las vías de comunicación terrestre, ocasionando que las aves se ahuyenten.

### Mamíferos

Tabla 181. Índices de biodiversidad de los mamíferos en el área del proyecto.

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	11	0.3056	-1.7105	-0.5227
2	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	1	0.0278	-5.1699	-0.1436
3	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	2	0.0556	-4.1699	-0.2317
4	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	5	0.1389	-2.8480	-0.3956
5	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	8	0.2222	-2.1699	-0.4822
6	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	4	0.1111	-3.1699	-0.3522
7	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	2	0.0556	-4.1699	-0.2317
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	0.0833	-3.5850	-0.2987
<b>Total</b>			<b>36</b>	<b>ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</b>		<b>2.6583</b>
				<b>BIODIVERSIDAD MÁXIMA</b>		<b>3.0000</b>
				<b>EQUITATIVIDAD</b>		<b>0.8752</b>

Como se muestra en la Tabla el grupo de fauna de los mamíferos exhibe un índice de biodiversidad de 2.6583 bits/ind, un índice de biodiversidad máxima de 3.0000 bits/ind, y un índice de equitatividad de 0.8752. Por lo anterior, se considera que la biodiversidad de la comunidad de los mamíferos es media, clasificación que se mantiene de acuerdo a la biodiversidad máxima posible, en cuanto a la equitatividad es notable la presencia de especies dominantes, cuya población presenta una diferencia significativa en comparación con las especies menos abundantes, cabe resaltar, que este grupo sufre de barreras físicas que impiden su traslado en el medio natural en el área del proyecto, como lo son las vías de comunicación que se encuentran de manera paralela al proyecto, como la valla de seguridad de la autopista Colima-Manzanillo que impide el paso de mamíferos medianos y pequeños, excepto los voladores.

### Reptiles

Tabla 182. Índices de biodiversidad de los reptiles en el área del proyecto.

NO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ÍNDICE DE SHANNON		
1	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	5	0.1136	-3.1375	-0.3565
2	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	14	0.3182	-1.6521	-0.5257
3	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	13	0.2955	-1.7590	-0.5197
4	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	1	0.0227	-5.4594	-0.1241
5	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	4	0.0909	-3.4594	-0.3145
6	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	7	0.1591	-2.6521	-0.4219
<b>Total</b>			<b>44</b>	<b>ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD</b>		<b>2.2624</b>
				<b>BIODIVERSIDAD MÁXIMA</b>		<b>2.5850</b>
				<b>EQUITATIVIDAD</b>		<b>0.8752</b>

La comunidad faunística de los reptiles como se muestra en la Tabla presenta un índice de biodiversidad de 2.2624 bits/ind, un índice de biodiversidad máxima de 2.5850 bits/ind, y como cociente de los dos valores anteriores mencionados se tiene un índice de equitatividad de 0.8752. De acuerdo con lo anterior, el grupo posee una biodiversidad media, al igual que la biodiversidad máxima proyectada; los resultados muestran la existencia de especies dominantes, las cuales se encuentran en mayor abundancia sobre otras, debido a que las condiciones del sitio les favorecen y son menos afectadas por los impactos presentes en el medio, por ello el índice de equitatividad es menor en comparación con otros grupos faunísticos.

\* **Comparativo de los índices de biodiversidad de cada grupo faunístico**

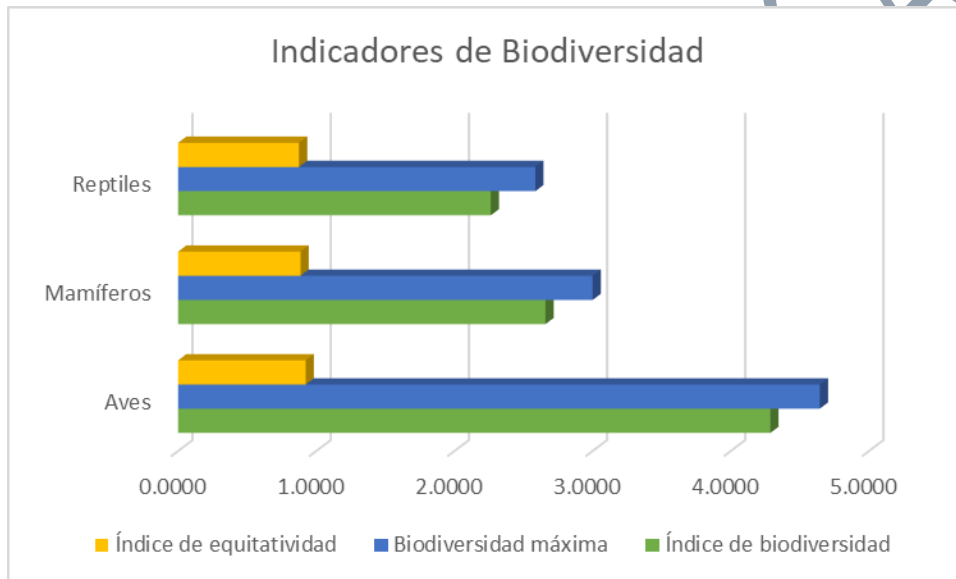


Figura 93. Indicadores de biodiversidad por grupo faunístico.

Analizando de manera conjunta los índices de biodiversidad obtenidos por los distintos grupos de fauna que fueron avistados en el muestreo del área del proyecto, muestran que tanto como el grupo de los mamíferos y reptiles, la biodiversidad es media, y en los dos casos la biodiversidad máxima posible es se mantiene en dicha clasificación, mientras que el grupo de las aves, es el único que exhibe una biodiversidad alta, al igual que la clasificación por parte de la biodiversidad máxima posible. Por otra parte, en los casos de los grupos de los mamífero y reptiles el índice de equitatividad indica la existencia de especies dominantes, cuya diferencia con las especies menos abundantes es significativa, mientras que en el grupo de las aves esta característica es menos marcado, pero aún se considera la existencia de una especie mejor adaptada a las condiciones del área del proyecto. Se concluye que debido a los índices obtenidos, el área del proyecto presenta perturbaciones, principalmente ocasionadas por el hombre y la infraestructura existente, que han desplazado a las especies de fauna en su mayoría, ya que el ecosistema no les proporciona el alberge cómodo para su desarrollo, por lo que se trasladan hacia zonas vírgenes y con vegetación más densa, la cuales en su mayoría se encuentran alejadas del hombre, cabe mencionar que los polígonos del AP se encuentra en las cercanías de poblados rurales, y vías de comunicación terrestres, así como, líneas de luz, etc.

**\* Estacionalidad y abundancia de las comunidades de fauna en el área del proyecto**

En el área del proyecto como se muestra en la Figura , de las 39 especies registradas en total el 5.13% son migratorias, especies cuyas condiciones climáticas en la región debido a la temporalidad les favorecen para su desarrollo, por otra parte el 94.87% son especies residentes, las cuales durante todo el tiempo se han desarrollado en la región, es decir, especies que se han adaptado a través del tiempo a las condiciones climáticas actuales. En cuanto a la abundancia el 28.20% de las especies presentan una abundancia común en el área del proyecto, es decir, especies observadas en números bajos y en grupos pequeños, el 64.11% son especies poco comunes dado su comportamiento, forma de vida, y tamaño de población se observaron pocos individuos y con registros dispersos en el área del proyecto, el restante 7.69% son especies ocasionales las cuales son escasamente observadas.

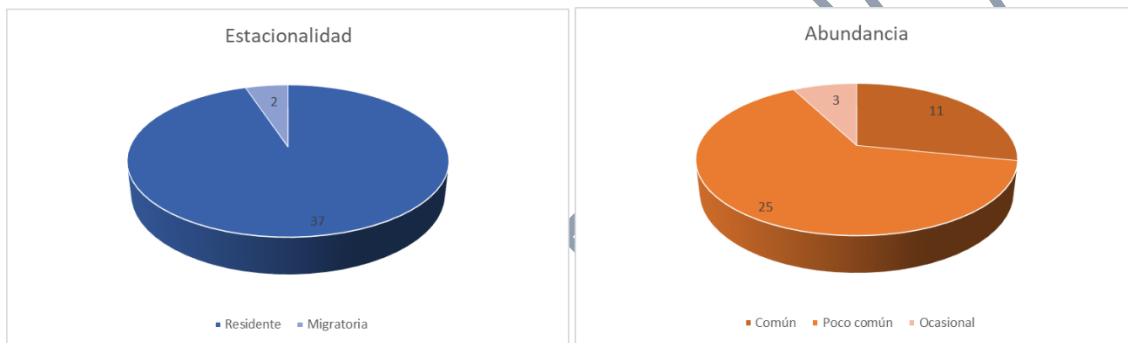


Figura 94. Estacionalidad y abundancia de las especies de fauna en el área del proyecto.

**\* Sociabilidad y distribución vertical de las comunidades de fauna en el área del proyecto**

La sociabilidad de las comunidades faunísticas está representada el 69.23% por especies solitarias, y un 30.77% por especies gregarias las cuales el mayor tiempo de su vida permanecen en grupo. En cuanto a la distribución vertical de las especies, lo cual hace referencia a su forma de desplazamiento de acuerdo al medio de desarrollo, en el área del proyecto el 66.66% de las especies son voladoras, en las que destacan aves y algunos mamíferos del orden Chiroptera, y el 33.34% son terrestres, es decir, su desplazamiento hacia otras zonas se realiza a nivel del suelo, se trata principalmente de mamíferos, reptiles, anfibios y algunas aves.

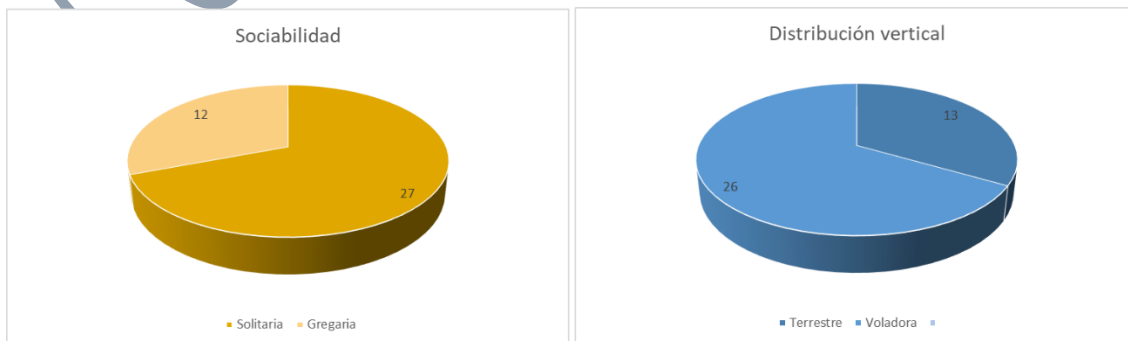
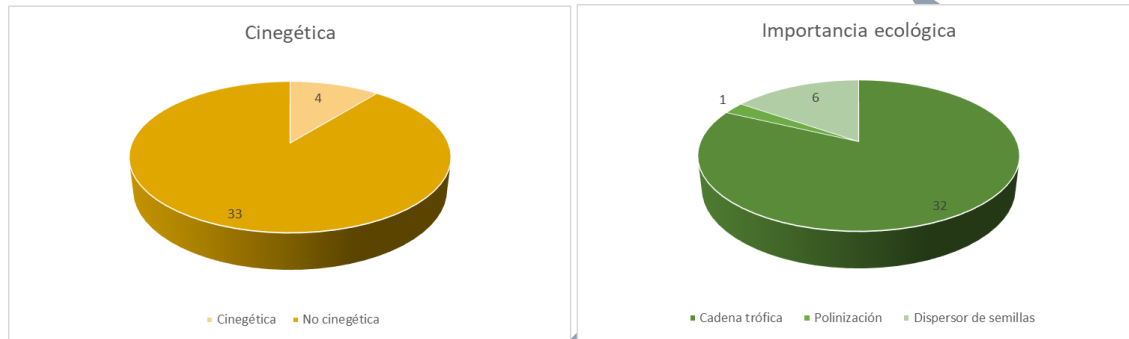


Figura 95. Sociabilidad y distribución vertical de las especies de fauna en el área del proyecto.



**\* Importancia ecológica y cinegética de las especies de fauna en el área del proyecto.**

De acuerdo a la figura 75, en el área del proyecto el 10.25% especies se consideran cinegéticas, las cuales son *Columbina inca*, *Zenaida asiatica*, *Zenaida macroura* y *Dicotyles tajacu*, las cuales algunas cuentan con temporadas para su aprovechamiento en determinados estados del país. Referente a la importancia ecológica, el 82.05% de las especies desempeña su importancia en algún eslabón de la cadena trófica, el 15.38% llevan a cabo dispersión de semillas de las distintas especies de flora, y el 2.57% desempeña su papel en el sistema natural como son polinizadores.



**Figura 96. Sociabilidad y distribución vertical de las especies de fauna en el área del proyecto.**

**Alimentación de las especies de fauna en el área del proyecto**

Se establecieron tres niveles tróficos: productores (vegetación), consumidores de primer orden (organismos herbívoros, granívoros, nectarívoros y frugívoros), consumidores de segundo orden (organismos insectívoros, omnívoros y carnívoros).

La vegetación es la principal fuente de alimentación de la fauna silvestre independientemente del nivel trófico que ocupen, ya que los consumidores dependen directa o indirectamente las plantas que ponen a disposición los nutrientes para los demás niveles de la cadena alimenticia.

Los consumidores de primer orden están representados principalmente por aves consumidoras de granos, frutas y hierbas; así como por mamíferos que consumen directamente la vegetación; éste nivel presenta una riqueza de **10 especies**.

El nivel de los consumidores de segundo orden es el que presenta la mayor riqueza tanto en el con **29 especies** respectivamente, donde se incluyen; aves y mamíferos con hábitos alimenticios como; insectívoros, omnívoros y carnívoros; los insectívoros son principalmente aves, mientras que los omnívoros son mamíferos medianos los cuales se han adaptado a las fluctuaciones de la disponibilidad de alimentos por lo que presentan una amplia gama alimenticia adquiriendo su alimento de los gremios de su mismo nivel y de casi todos los gremios de los niveles tróficos inferiores.

De acuerdo a lo descrito en el presente capítulo y a las condiciones del área del proyecto, se puede concluir que la vegetación forestal ha sido fragmentada tiempo atrás, debido principalmente a la introducción de cultivos agrícolas y pastizales, y a las vías de comunicación que se han establecido, dada las características climáticas favorables para la agricultura que pueda llevarse a cabo, por lo que las áreas ocupadas de vegetación constituyen un atractivo fuerte para ser sometidas al cultivo y en consecuencia alterar el hábitat de la fauna, la cual tiende a huir hacia zonas con menor actividad, principalmente en zonas más alejadas de las zonas urbanas y con impactos antrópicos y en donde la topografía del sitio no permite fácilmente otro tipo de actividades. Lo anterior, significa que el resto de la superficie del área del proyecto está cubierto por áreas fragmentadas de vegetación, por lo que las áreas con un número considerable de especies de fauna se distribuyen potencialmente zonas aisladas entre sí.

**\* Evidencia Fotográfica**



*Buteo plagiatus*



Personal en la búsqueda y avistamiento de fauna silvestre



Huellas de ejemplares de *Didelphis virginiana*



*Melanerpes chrysogenys*





Evidencias de dentadura de *Dicotyles tajacu*



Restos de ejemplar de *Didelphis virginiana*



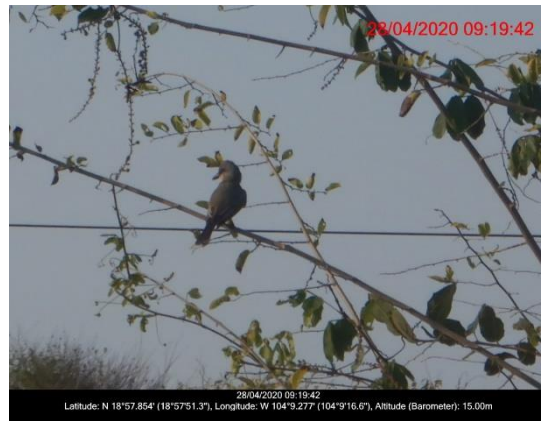
Hecec fecales de *Dicotyles tajacu*



Restos de tejido y pelaje de *Dicotyles tajacu*



*Aspidoscelis deppii*



*Tyrannus melancholicus*

#### IV.2.2.2.4.4. Análisis comparativo de la fauna registrada en el área del proyecto respecto al sistema ambiental regional, determinando la representatividad de las especies que demuestren, en su caso que no se afecta la biodiversidad

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados;

**Tabla 183. Comparativa de especies de fauna dentro del Sistema ambiental regional y Área del proyecto.**

Familia	Especie	Nombre común	SAR	AP
<b>Anfibios</b>				
Bufo	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	P	NP
Bufo	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon	P	NP
<b>Aves</b>				
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	P	P
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguiluilla gris	P	P
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	P	P
Icteridae	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	P	P
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	P	P
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	P	P
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	P	P
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	P	P
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	P	NP
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Chuparosa Canelo	P	NP
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	P	NP
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguiluilla cola corta	P	NP
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	P	NP
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	P	NP
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorin arcoiris	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	P	NP
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Hermosa Cariblanca	P	NP
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	P	NP
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Paserina azul	P	NP
Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	P	NP
Odontophoridae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz de monte	P	NP
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garapatero pijuy	P	P
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	P	P
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	P	P
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	P	P
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	P	P
Cuculidae	<i>Playa cayana</i>	Cuclillo canelo	P	NP
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	P	NP
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	P	NP
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	P	NP
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	P	P
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	P	P
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	P	P
Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	P	P
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	P	P
Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	P	P
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibíu	P	P
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	P	P
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	P	P
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	P	P
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	P	P
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	P	P
<b>Mamíferos</b>				
Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	P	P
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	P	P
Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejon	P	NP
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	P	NP

Familia	Especie	Nombre común	SAR	AP
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	P	NP
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	P	NP
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	P	P
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	P	P
Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	P	P
Cricetidae	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	P	P
Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	P	P
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	P	P
<b>Reptiles</b>				
Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	P	P
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	P	NP
Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	P	NP
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	P	NP
Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	P	NP
Colubridae	<i>Masticophis thompsoni</i>	Chirriónera	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Espinosa del pacífico	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño espinoso	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de collar	P	NP
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	P	P
Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	P	P
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	P	P
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	P	P
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	P	P

P: Presente, NP: No Presente

Cabe señalar que de las especies registradas dentro del área del proyecto, se identificaron **2 especies** en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana **NOM-059 SEMARNAT-2010**, de tal manera que para el presente proyecto se contempla llevar a cabo el ahuyentamiento de todas las especies de fauna.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para el área de AP, lo que facilita poder realizar la comparación entre ambas zonas y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 184. Índices de Diversidad y Equitatividad en el SAR y el AP

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
	RIQUEZA ESPECÍFICA		ÍNDICE DE SHANNON		EQUIDAD DE PIELOU	
ORNITOFAUNA	44	25	5.1511	4.2859	0.9435	0.9229
MASTOFAUNA	12	8	3.3433	2.6583	0.9326	0.8752
HERPETOFAUNA	14	6	3.2093	2.2624	0.8429	0.8752
ANFIBIOS	2	0	0.918	0	0.918	0

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que con base en los muestreos de campo del sistema ambiental regional (SAR) se tiene mejores condiciones de riqueza, abundancia y biodiversidad en los diferentes grupos faunísticos que en el área del proyecto (AP), a pesar de que el muestreo realizado en el SAR no necesariamente refleja la totalidad de las especies presentes en la misma, debido a la imposibilidad de muestrear la totalidad de la superficie considerada, por lo que la diferencia puede aún ser mucho mayor. Sin embargo, los 3 grupos faunísticos del SAR están cerca de tener una equitatividad de las especies presentes, dada su cercanía con el índice de biodiversidad máximo.



La utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con ello se demuestra que la composición de la fauna que se encontró en comparación con las áreas muestreadas en los mismos ecosistemas fuera del área del proyecto y dentro del sistema ambiental fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuidas o afectada.

También, es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas y en general son áreas con presencia de actividades antropogénicas, como la ganadería extensiva y por las actividades de comunicación y transporte por un lado la vía férrea de Manzanillo-Irapuato y la autopista Manzanillo-Guadalajara, por lo que las especies de fauna han disminuido gradualmente en la zona, y en consecuencia con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la permanencia de las especies de fauna en la región.

De acuerdo al listado de fauna en el área del proyecto, sólo se tienen dos especies incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con apoyo del análisis comparativo de los tres grupos faunísticos presentes en el sistema ambiental regional y área del proyecto, se asevera que ***los valores más altos de diversidad están representados por los grupos faunísticos del sistema ambiental regional, por lo tanto la realización del proyecto no compromete la diversidad ya que el área a afectar cuenta con la menor diversidad y a su vez todas las especies presentes en el área del proyecto se encuentran distribuidas en el sistema ambiental regional,*** además de que se aplicaran las medidas de prevención necesarias para todas aquellas especies registradas en el área del proyecto y del sistema ambiental regional así como cualquier especie con distribución potencial en el área del proyecto.

#### IV.2.3. SOCIOECONÓMICO

El presente proyecto se encuentra localizado en el municipio de Manzanillo, ubicado en el estado de Colima, por lo que, en este apartado se ofrece información referente a las características sociales y económicas de este municipio.

Se describen los principales parámetros socioeconómicos que definen el área de estudio del proyecto y que incluyen las siguientes comunidades.

##### ***IV.2.3.1. Población***

El Municipio de Manzanillo tendría, según la Encuesta Intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2015, una población total de 184,541 habitantes, del cual el 50% son hombres y el 50% son mujeres. Los habitantes del municipio representan el 21.18% de la población total del estado de Colima.

En la actualidad, los datos demográficos para el Municipio definen en mayoría una población joven, con edad media de 27 años y una distribución cargada a los grupos de edad de menores de 29 años,



así mismo, se presenta una tasa de crecimiento anual de la población del 2.6 % anual (INEGI, 2015), sin embargo, la población total muestra una tendencia a la estabilización de su crecimiento demográfico, se estima que su población alcanzará 226 mil habitantes al año 2030.

La densidad de población del Municipio es de 134 hab/km<sup>2</sup>, parámetro superior a los promedios nacional (57 hab/km<sup>2</sup>) y estatal (116 hab/km<sup>2</sup>). (INEGI, 2015).

#### ***IV.2.3.2. Educación***

El sector de población de 15 años y más de Manzanillo presenta un 96.92% del promedio de alfabetismo siendo mayor que el estatal 95.58% y el nacional 93.74%. El promedio de analfabetismo en Manzanillo en el sector poblacional de 15 años y más es de 3.02%, siendo menor que el estatal y nacional con 3.88% y 5.48% respectivamente.

#### ***IV.2.3.3. Salud***

En Manzanillo 158,945 habitantes son derechohabientes a servicios de salud afiliados a alguna de las instituciones prestadoras de estos servicios y 25,596 habitantes no son derechohabientes, con esta información se observa que el 86.13% de la población total tiene acceso a algún tipo de servicio de salud. De la población afiliada se tiene que el 57.59% es derechohabiente del IMSS y el 30.41% están inscritos en el denominado Seguro Popular.

#### ***IV.2.3.4. Servicios públicos y su infraestructura***

En cuanto a la accesibilidad de los servicios básicos como la energía eléctrica, el agua potable y el drenaje, la mayoría de la población de Manzanillo tiene acceso a dichos servicios, sin embargo, aún es muy grande el número de viviendas que no cuentan con todos los servicios, pues se trata de localidades pequeñas o viviendas muy alejadas de algún centro de población, como para estar conectados a una red principal de servicio, por tal motivo también existen otras formas de abastecerse u obtener los servicios como pozos o norias, fosas sépticas y en el peor de los casos descargas a cielo abierto, entre otras.

Respecto al servicio de drenaje se observa que algunas de las viviendas que no se encuentran conectadas a la red pública presentan un problema para el medio ambiente pues los desechos son desalojados a cielo abierto sin ninguna medida de precaución. De acuerdo con el Panorama Sociodemográfico de Colima (INEGI, 2015), más del 96% de la población cuenta con los servicios básicos de luz, agua y drenaje. Respecto al acceso a las TIC (teléfono fijo y móvil, internet y cable) entre el 35 y 38% tienen acceso a computadora, telefonía y servicios de internet, mientras que el 88% cuentan con teléfono celular. Específicamente en zonas rurales, según informe de autoridades auxiliares, se observa que la población que no se encuentra conectada a la red pública es mínima.

#### **IV.2.3.5. Economía**

Manzanillo desarrolla su base económica desde dos vías: por un lado, por ser el principal puerto marítimo de México en términos del tráfico de contenedores, jugando un rol central en el comercio mexicano con Asia y los países de Norte, Centro y Sudamérica. Por el otro, al ser un centro turístico de playa al que arriban visitantes por vía aérea, terrestre y marítima a través de cruceros. Siendo estas dos vertientes las que generan mayor impacto económico y contribuyen con un 25.9% a la ocupación laboral de la población en el Estado; es decir uno de cada cuatro puestos laborales colimenses es ocupado por un manzanillense.

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2018), en Manzanillo se tiene un registro de 8,868 unidades productivas siendo 1,325 de servicios al turismo, bares, restaurantes, hoteles y moteles.

La Población Económicamente Activa (PEA) municipal se especializa en las actividades de comercio y servicios con 44.22 %, siguiéndole el grupo de funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos con el 32.29% de la población en edad de trabajar y, la división ocupacional de la industria ocupa un 18.33% de la PEA que trabaja.

#### **IV.2.3.6. Cultura**

Se identifican en la zona del asentamiento humano principal de Manzanillo 10 espacios culturales, con cobertura principalmente en la zona centro, Tapeixtles, Las brisas, Valle de las Garzas y Salagua. Dicha centralidad en la distribución de atractivos de oferta cultural para la población mantiene al resto de zonas urbanas, comunidades y zona rural sin cobertura municipal para el fomento y desarrollo de la cultura y las artes.

#### **IV.2.4. PAISAJE**

El paisaje es generalmente un conjunto de ecosistemas relativamente homogéneos tales como campos, prados, bosques, pueblos y ciudades, etc., compuestos por una matriz englobante, manchas y corredores (Gordon y Forman, 1983). La dimensión de un paisaje es variable, puede limitarse a pocos kilómetros o considerar una gran extensión superficial.

Su característica más importante, es que se demuestra como un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido a lo largo de su historia, o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas; y es precisamente con respecto a las actividades humanas, que el paisaje es clara evidencia de la actitud hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, involucrando principalmente las afectaciones por remoción de vegetación, aprovechamientos de los recursos naturales y el valor que la sociedad le da a su entorno.

Para el análisis del paisaje del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se establecerá el proyecto, se delimitaron 39 unidades paisajísticas, con base en las topofomas y uso de suelo y vegetación (tabla 171).

Respecto a la composición vegetal presente en las toposformas del Sistema Ambiental Regional, es posible apreciar que existe diversidad en cada una de estas, teniendo una mayor variación en "Sierra alta compleja", donde se presentan todos los usos de suelo existentes en el sistema ambiental regional, incluyendo asentamientos humanos y cuerpos de agua, seguido por la llanura costera con lagunas costera se encuentra en asociación con 8 tipos de vegetación (4 usos de suelo y 4 tipos de vegetación) así como asentamientos humanos y cuerpos de agua.

Esta gran variación, se debe principalmente a que existen transiciones de vegetación en pequeñas superficies; sin embargo, las condiciones paisajísticas no son muy variables dentro de cada unidad paisajística.

Tabla 185. Unidades Paisajísticas en el Sistema Ambiental Regional.

n°	unidad de paisaje	área (ha)	área (%)
1	cuerpo de agua y agricultura de riego permanente	298.249	1.18
2	cuerpo de agua y agricultura de riego semipermanente y permanente	2.065	0.01
3	cuerpo de agua y agua	2172.189	8.58
4	cuerpo de agua y mezquital tropical	106.311	0.42
5	cuerpo de agua y pastizal cultivado	0.132	0.00
6	cuerpo de agua y vegetación halófila hidrófila	1069.356	4.22
7	cuerpo de agua y vegetación secundaria arbórea de manglar	11.349	0.04
8	cuerpo de agua y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	102.533	0.40
9	cuerpo de agua y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	52.329	0.21
10	llanura costera con lagunas costeras y agricultura de riego permanente	227.333	0.90
11	llanura costera con lagunas costeras y agricultura de riego semipermanente y permanente	2824.775	11.15
12	llanura costera con lagunas costeras y agricultura de temporal permanente	111.853	0.44
13	llanura costera con lagunas costeras y agua	1074.603	4.24
14	llanura costera con lagunas costeras y asentamientos humanos	161.219	0.64
15	llanura costera con lagunas costeras y pastizal cultivado	3.660	0.01
16	llanura costera con lagunas costeras y vegetación halófila hidrófila	1584.503	6.26
17	llanura costera con lagunas costeras y vegetación secundaria arbórea de manglar	87.703	0.35
18	llanura costera con lagunas costeras y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	93.920	0.37
19	llanura costera con lagunas costeras y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	1057.027	4.17
20	playa y agricultura de riego permanente	2260.741	8.93
21	playa y agricultura de riego semipermanente y permanente	29.190	0.12
22	playa y agua	46.790	0.18
23	playa y asentamientos humanos	90.195	0.36
24	playa y mezquital tropical	21.016	0.08
25	playa y vegetación de dunas costeras	426.018	1.68
26	playa y vegetación halófila hidrófila	1421.327	5.61
27	sierra alta compleja y agricultura de riego permanente	164.906	0.65
28	sierra alta compleja y agricultura de riego semipermanente y permanente	795.794	3.14
29	sierra alta compleja y agricultura de temporal permanente	384.809	1.52
30	sierra alta compleja y agua	108.731	0.43
31	sierra alta compleja y asentamientos humanos	2.249	0.01
32	sierra alta compleja y bosque de encino	2.193	0.01
33	sierra alta compleja y pastizal cultivado	1511.808	5.97
34	sierra alta compleja y vegetación halófila hidrófila	30.265	0.12
35	sierra alta compleja y vegetación secundaria arbórea de manglar	44.796	0.18

36	sierra alta compleja y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	620.668	2.45
37	sierra alta compleja y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	146.99	0.58
38	sierra alta compleja y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	5987.051	23.64
39	sierra alta compleja y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	187.348	0.74
<b>total</b>		<b>25,323.994</b>	<b>100</b>

De acuerdo con la tabla anterior, la unidad de paisaje dominante en el Sistema Ambiental Regional es la *sierra alta compleja y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia* abarcando el 23.64% de la superficie; posteriormente la *llanura costera con lagunas costeras y agricultura de riego semipermanente y permanente* con el 11.15% y de la *playa asociado con agricultura de riego permanente con el 8.93%* de la superficie total.

El análisis del paisaje del Sistema Ambiental Regional donde se construirá el presente proyecto se realizó considerando criterios geo-ecológicos y de relieve, con el objetivo principal de obtener la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen y calculan a continuación.

#### IV.2.4.1. Calidad Visual del Paisaje (CV) en el Sistema Ambiental Regional.

La calidad visual del paisaje, referida como la valoración del atractivo visual del paisaje, está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

Para realizar la evaluación de la calidad visual del paisaje, primeramente, con la ayuda del personal que participó en la toma de datos en campo, se realizó una evaluación de cada una de las unidades paisajísticas aplicando la siguiente expresión, misma que es desarrolla en un sistema de información geográfica utilizando el software Arc Gis 10.2.:

$$CV = \sum (T, C, FE, R, AH)$$

Donde:

- CV = Calidad visual
- T = Topoformas
- C = Color
- FE = Fondo Escénico
- R = Rareza
- AH = Actividades Humanas

Los criterios para valorar cada uno de los componentes de la calidad visual se establecen en la tabla 172. Una vez evaluados cada uno de los componentes estos se suman para generar los valores de la calidad visual de cada una de las unidades paisajísticas.

Tabla 186. Criterios Utilizados para la Evaluación de la Calidad Visual.

PONDERACION	5	3	1
Topoformas	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Color	Combinaciones de color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo y vegetación.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, 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 común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
Actividades Humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Los valores obtenidos se clasifican en tres clases; alta, media y baja de acuerdo con los siguientes criterios.

Tabla 187. Clasificación de Calidad Visual del Paisaje.

SENSIBILIDAD	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
Alta	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogénicos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 - 33
Media	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 - 18
Baja	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, la posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Las clases de calidad visual determinadas dentro del Sistema Ambiental Regional se muestran en la tabla 187, y como se puede observar domina la clase de calidad visual *Media* ya que ocupa el 55.13% de la superficie del Sistema Ambiental Regional, en esta clase el sistema de topoforma superior es "Sierra alta compleja" en la cual se encuentra agricultura de riego permanente y pastizal cultivado, como consecuencia del crecimiento poblacional de la Ciudad de Manzanillo y de los poblados aledaños.

El presentar un valor homogéneo en la mayor parte del sistema ambiental regional, refleja que, a pesar de encontrar una variabilidad en cobertura vegetal, las características son similares en cuanto

a topografía, color, rareza y fondo escénico, que fueron los criterios que determinaron la calidad visual del paisaje

La clase *Alta* representa el 0.04% de superficie del Sistema Ambiental Regional, en esta clase la topografía presente es Sierra alta compleja y lomerío asociado con bosque de encino, mientras que para la clase *Media* representa el 44.47% de la superficie, presentando la topografía de Sierra baja compleja asociada con agricultura de temporal anual y permanente, así como pastizal cultivado, disminuyendo el valor y calidad visual del paisaje.

Tabla 188. Clases de la calidad visual dentro del Sistema Ambiental Regional.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1	Alta	102.533	0.04
2	Media	11,262.408	44.47
3	Baja	13,959.053	55.13
TOTAL		25,323.994	100.000

Particularmente para el área del proyecto, la gran mayoría del paisaje se circunscribe dentro de la clase *Baja* debido, principalmente a la acción antropogénica manifestada como zonas de agricultura y zonas de aprovechamiento de pastos mediante la ganadería (pastizal cultivado); mientras que la clase alta y media tienen a ser similares debido a que las zonas menos degradadas disminuyen por las acciones antes mencionadas.

En la figura 97 se muestra la distribución de las clases de calidad visual del paisaje asociadas al SAR, así mismo, se muestra la calidad visual en el área del proyecto donde se logra apreciar que pertenece a la clase baja, sin embargo, los muestreos en campo indican que esta porción pertenece a la clase media de calidad visual del paisaje.



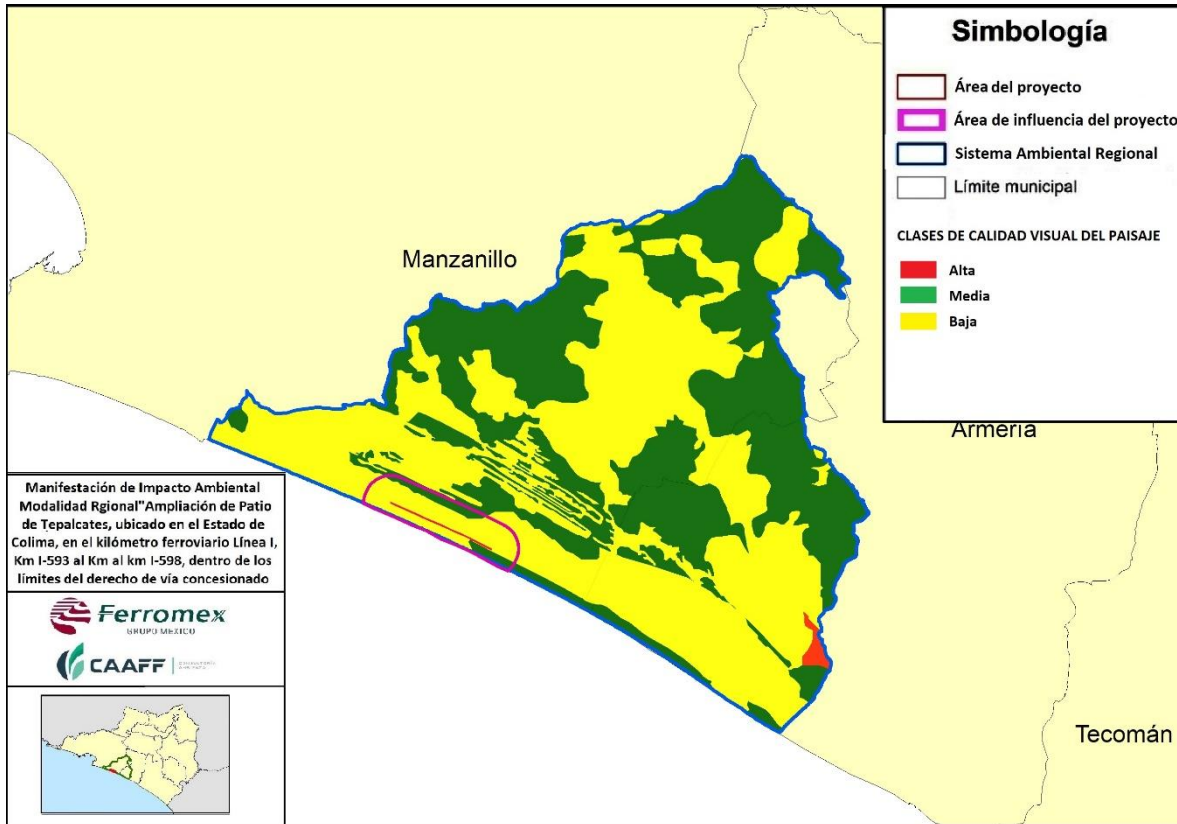


Figura 97. Calidad visual del paisaje presente en el SA, AIP y AP

#### **IV.2.4.2. Capacidad de Absorción Visual (CAV) en el Sistema Ambiental Regional**

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas, sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Esta variable es lo opuesto al concepto de “fragilidad visual”, que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

Su valoración se realiza también a través de factores biofísicos ponderados individualmente. Son varios los elementos que intervienen en la CAV del paisaje, como son: las características del Sistema Ambiental Regional que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, y que dependen de factores como altura de la vegetación y características topográficas como la pendiente, orientación y susceptibilidad a la erosión. Otros parámetros utilizados son la diversidad de la vegetación y el grado de actuación humana presente en el paisaje.

Para la evaluación de la calidad de absorción visual de cada una de las unidades de paisaje presentes en el Sistema ambiental Regional, se aplicó la siguiente fórmula:

$$CAV = P * (E + R + D + C + AH)$$

Donde:

- P = Pendiente
- E = Erosionabilidad y estabilidad de suelo
- R = Potencial estético
- D = Diversidad de la vegetación
- C = Color
- AH = Actuación humana

La expresión se desarrolló en un sistema de información geográfica, utilizando el software ArcGIS 10.2.

Para evaluar cada componente de la CAV se siguieron los criterios establecidos en la tabla 189, el factor P se construyó con la reclasificación del mapa de pendientes del Sistema Ambiental Regional (estableciendo tres clases), el factor de estabilidad del suelo y erosionabilidad del suelo (E) se evaluó utilizando la capa de erosión hídrica del suelo del Sistema Ambiental Regional, los demás elementos fueron evaluados tomando en cuenta el uso de suelo y vegetación, el sistema de toposformas y tipos de suelo presentes en cada unidad de paisaje.

Tabla 189. Factores Considerados en la Estimación de la Capacidad de Absorción Visual del Paisaje.

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado > 27°	Bajo	1
	Inclinación suave 13° – 27°	Moderado	2
	Poco inclinado < 13°	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actividad humana (AH)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Una vez desarrollada la expresión de la CAV los valores numéricos obtenidos se agrupan en tres categorías; alta, media y baja (tabla 190).

Tabla 190. Clases de Capacidad de Absorción Visual.

CATEGORIA	VALOR NUMÉRICO
BAJA = < 10	1
MEDIA = 11 - 20	2
ALTA = > 21	3

En la tabla 191 se presentan las clases de capacidad de absorción visual presentes en el Sistema Ambiental Regional. Como se observa domina la clase *Media* con el 69.50%; los factores que influyeron para determinar esta categoría fueron principalmente la pendiente (con valores menores a de 13 a 27 grados) y las características de la vegetación.

La capacidad de absorción *Baja* ocupa una superficie de 28.31% respecto al total del Sistema Ambiental Regional, en este valor influyeron de igual manera valores altos en pendiente y estabilidad del suelo. Por su parte la capacidad de absorción *Alta* representa solo el 2.19%, influyendo sobre éste los tipos de vegetación y la pendiente.

Tabla 191. Clases de Capacidad de Absorción Visual en el Sistema Ambiental regional.

CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Baja	7,169.202	28.31
Media	17,600.280	69.50
Alta	554.512	2.19
TOTAL	25,323.994	100.00

De acuerdo con la figura 98, la capacidad de absorción visual dominante dentro del área del proyecto pertenece a la clase *Media* lo que refleja una media fragilidad o vulnerabilidad visual, es decir que, a pesar de realizar modificaciones en el sitio, el medio tiene la capacidad de absorber y evitar que los cambios realizados sean reflejados causando un impacto visual medio.

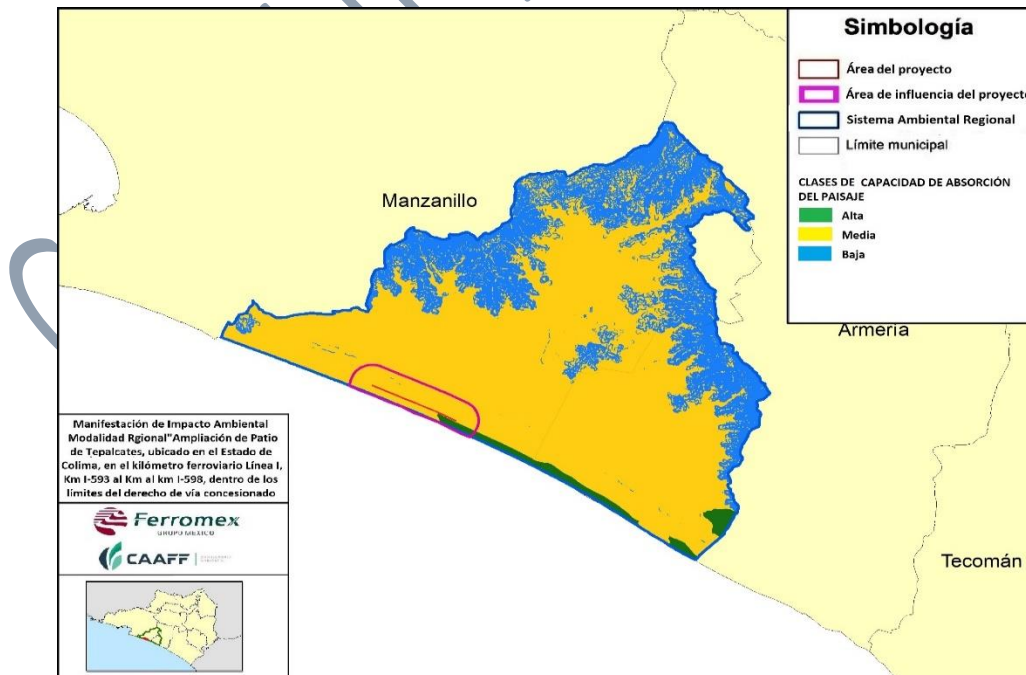


Figura 98. Capacidad de absorción visual en el SA, AIP y AP

#### IV.2.4.3. Grado de Visibilidad en el Sistema Ambiental Regional

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, depende de la conformación del terreno, propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto, la determinación del grado de visibilidad se realizó mediante una evaluación de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el Sistema Ambiental Regional. Los valores que se utilizaron en la evaluación fueron: 1, 2 y 3 con la clasificación de visible, poco visible y no visible, respectivamente; considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

Después de esto, se unieron y sumaron de los valores de la evaluación de la pendiente, con las unidades de uso de suelo y vegetación, a este resultado se aplicó una reclasificación donde se establecieron dos clases de grado de visibilidad del paisaje:

Tabla 192. Grado de Visibilidad en el Sistema Ambiental Regional.

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	AREA (%)
2	Poco Visible	12,625.296	49.85
1	Visible	12,698.698	50.15
TOTAL		25,323.994	100

De acuerdo con la tabla anterior se observa que el 49.85% de la superficie del Sistema Ambiental Regional es *Poco Visible* con presencia de Bosque de encino, mezquital tropical, vegetación secundaria arborea (VSA) de selva baja caducifolia, VSA de selva mediana subcaducifolia con pendientes entre el 0-27°, mientras que el 50.15% es visible, esto se debe principalmente a que las pendientes dominantes son mayores a 27°, con presencia de Pastizal cultivado, agricultura de riego permanente, de riego semipermanente, cuerpos de agua y, estos se aprecian de mejor manera por la baja altura que presentan estos tipos de vegetación, sobre todo en agricultura de riego permanente y los pastizales. Estas dos características, son las que influye en el grado de visibilidad en el Sistema Ambiental Regional.

El grado de visibilidad presente en el área del proyecto está dominado por clasificación de *visible*, determinado principalmente por la pendiente y cobertura vegetal (baja cobertura). La distribución de la visibilidad del paisaje en las áreas de estudio se aprecia en la figura 99.

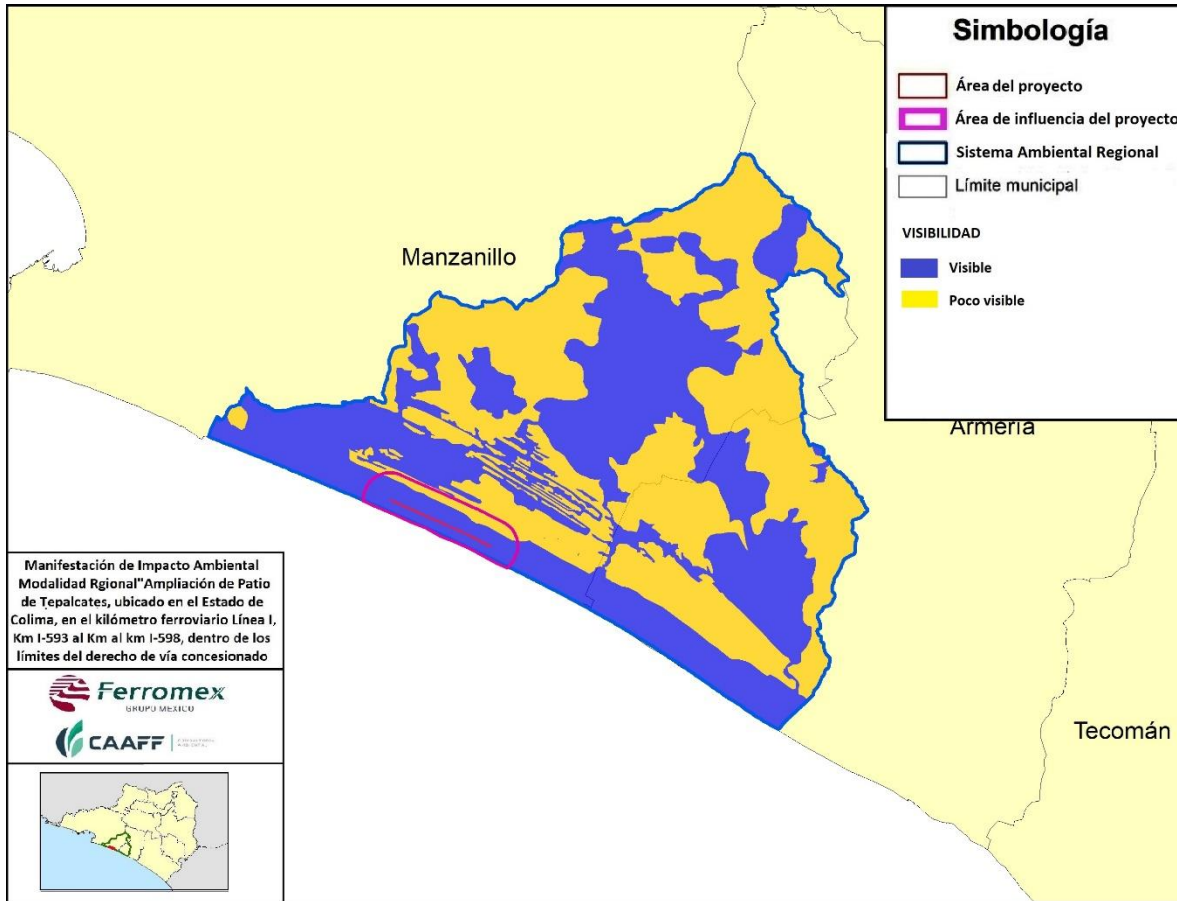


Figura 99. Grado de visibilidad del paisaje del SA, AIP y AP.

#### IV.2.4.4. Calidad Visual Vulnerable en el Sistema Ambiental Regional

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV), en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad) de la siguiente manera:

$$CVV = CV + CAV + V$$

Donde:

- CVV = Calidad Visual Vulnerable
- CAV = Capacidad de Absorción Visual
- CV = Calidad Visual
- V = Visibilidad

Aplicada la expresión anterior, se obtuvo la CVV para el Sistema Ambiental Regional y se calificó cada una de ellas con los rangos de clase que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 193. Clases de Calidad Visual Vulnerable.

CVV	VALOR NUMÉRICO	CLASES
1 – 3	1	Baja
4 – 6	2	Media
7 - 9	3	Alta

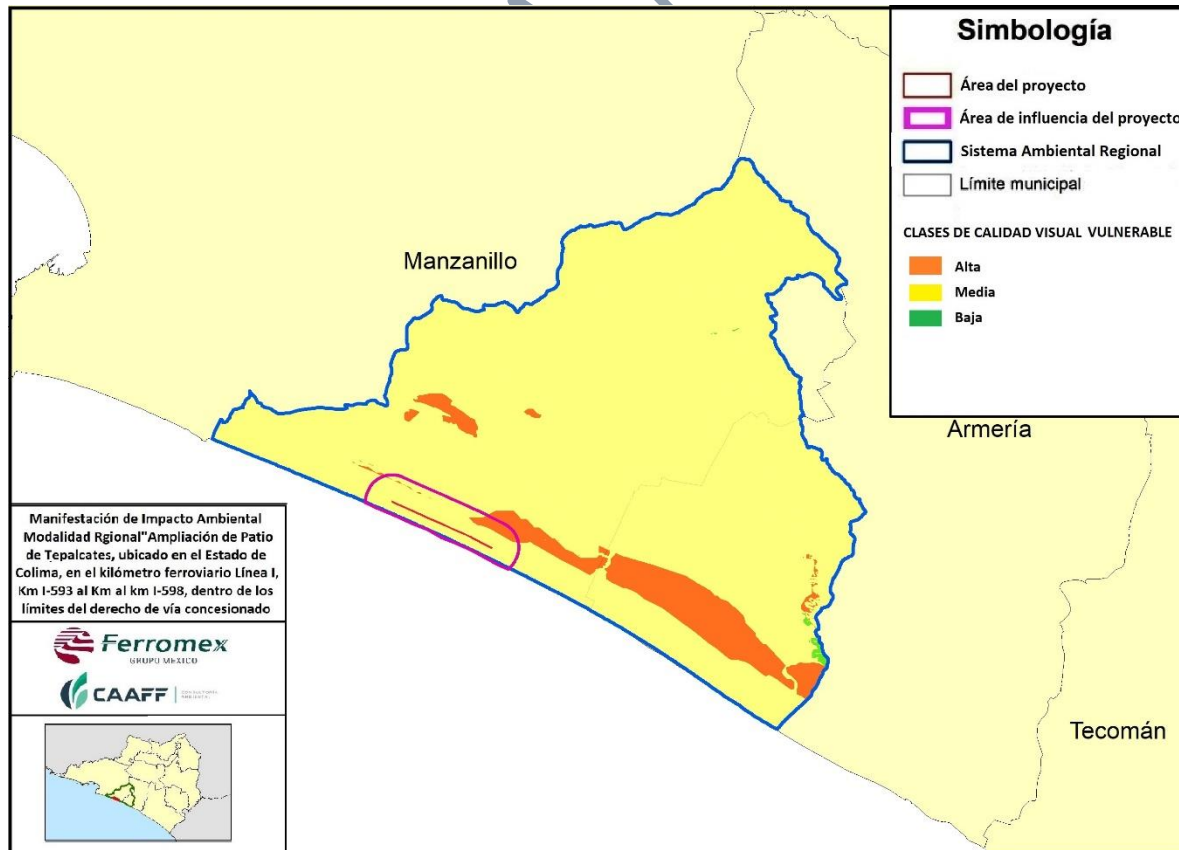
Los resultados obtenidos indican que la calidad visual vulnerable dentro del Sistema Ambiental Regional corresponde a tres categorías, donde domina la clase media con el 92.87% de la superficie total.

**Tabla 194. Distribución de la Calidad Visual Vulnerable presente en el Sistema Ambiental Regional.**

VALOR	CLASE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
1	Baja	43.683	0.17
2	Media	23,522.686	92.87
3	Alta	1,757.625	6.96
TOTAL		25,323.994	100.00

De acuerdo con la tabla anterior, la calidad visual vulnerable *Media* domina significativamente (más del 90% de la superficie), contemplando principalmente a los usos de suelo y a las pendientes presentes en el Sistema Ambiental Regional.

Al presentar valores medios en la mayor superficie del SAR, la sensibilidad al deterioro tiende a ser medio. Sin embargo, la clase que sigue en dominancia a la clase *media* es la clase *alta* (6.96%), por lo que el desarrollo de actividades dentro del mismo no afecta significativamente. Los resultados reflejan que entre más conservado este un sitio, su grado de calidad visual vulnerable aumenta. En este caso, al ser un ecosistema muy homogéneo en cuanto a un grado de conservación medio-bajo, se ve directamente relacionado con el valor final de calidad visual vulnerable.



**Figura 100. Calidad visual vulnerable del Sistema Ambiental regional en el SAR, AIP y AP.**



### IV.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En este apartado se hace un análisis con la información que se generó y recopiló en la fase de caracterización ambiental, de tal forma que se obtenga un diagnóstico del SAR previo a la realización del proyecto. En este sentido, se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio, así como la calidad de vida que pudiera presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerándose en este, aspectos de tiempo y espacio.

#### IV.3.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL

Los estudios del medio físico consisten en un conjunto de técnicas para el acopio, elaboración y tratamiento de información sobre el entorno natural, que permitan determinar las condiciones ambientales de un área geográfica, y así identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales efecto de la ejecución de un proyecto, de manera que faciliten la toma de decisiones sobre uso del suelo y mejora del entorno.

En el presente apartado, la descripción y evaluación de los diferentes componentes del Área del Proyecto concluyen con un diagnóstico ambiental. La integración de la información del inventario en el diagnóstico ambiental, que reflejará el estado actual del Área del Proyecto como resultado de los procesos desarrollados con el tiempo, se realizó con base en la Evaluación de la Calidad Ambiental, misma que se detalla a continuación.

El valor ambiental o calidad ambiental de un recurso en un espacio geográfico, es el mérito para ser conservado, o lo que es lo mismo, para no ser destruido, entendiendo como conservación del recurso o factor ambiental, el mantenimiento de su estructura y funcionamiento que garantice su permanencia y/o uso por tiempo indefinido. La calidad ambiental puede considerarse también como un vector que engloba diferentes aspectos, aún sin conocer a profundidad la estructura y funcionamiento del sistema completo. Para evaluar la calidad del Sistema Ambiental Regional se utilizó el método de evaluación multicriterio o clasificaciones de Saaty la cual se describe a continuación.

##### *IV.3.1.1. Evaluación Multicriterio o Clasificaciones Jerárquicas de Saaty*

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) propuesto por Thomas Saaty es una técnica de decisión multicriterio que, además de integrar en una escala de razón válida para la toma de decisiones (prioridades) de los múltiples escenarios, actores y criterios (tangibles e intangibles) del problema, permite evaluar la consistencia del decisor al emitir los juicios correspondientes a los elementos de las matrices recíprocas de comparaciones pareadas, a través de las cuales incorpora al modelo su estructura de preferencias.

Este método permite que los sistemas complejos puedan ser mejor comprendidos mediante su descomposición en elementos constituyentes, la estructuración de dichos elementos jerárquicamente, y la composición o sintetización de los juicios, de acuerdo con la importancia

relativa de los elementos de cada nivel de jerarquía más simples son lineales, ascendiendo o descendiendo de un nivel a otro.

**La calidad ambiental** es función de un conjunto de factores ambientales que lo determinan (vector de componentes ambientales). Sin embargo, no todos los componentes contribuyen de la misma manera o con el mismo peso en esta calidad ambiental, por lo anterior, los factores son combinados aplicando un peso a cada uno seguido por una sumatoria de los resultados (combinación lineal ponderada), para producir un mapa que representa espacialmente la calidad ambiental, es decir:

$$S = \sum W_i X_i$$

Donde:

**S** = Calidad ambiental

**W<sub>i</sub>** = Peso de factor i

**X<sub>i</sub>** = Valor del criterio de factor i

Además, se debe considerar que, en una combinación lineal ponderada, la suma de las ponderaciones asignadas a cada elemento debe ser la unidad (1).

$$\sum W_i = 1$$

#### IV.3.1.2. Ponderación de los Criterios

En el presente estudio, la ponderación directa de nueve factores podría dificultarse, por lo que se utilizó la técnica de comparación por pares, con el uso de una matriz recíproca cuadrada. Dividir la información en comparaciones simples donde solo se necesita considerar dos criterios a la vez, facilita en gran medida el proceso de ponderación, produciendo probablemente un grupo más sólido. El método de comparación por pares posee la ventaja agregada de proveer una estructura organizada para las discusiones de grupo, y de contribuir positivamente en la toma de decisiones al momento de ponderar cada uno de los criterios.

Las comparaciones se ocupan de la importancia relativa de los dos criterios involucrados al determinar la adecuación para el objetivo planteado. Los puntajes se proveen sobre una escala continua de 9 puntos (tabla 195).

Tabla 195. Criterios de valoración en la comparación por pares de los factores.

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	Ambos elementos son de igual importancia	Ambos elementos contribuyen con la propiedad de igual forma.
3	Moderada importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen un elemento sobre otro.
5	Fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido.
7	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente dominante.
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios.
Valores recíprocos	Valores menores a la unidad.	Usados para indicar un elemento es menos favorecido sobre otro.
1.1 – 1.9	Si las actividades tienen un valor muy similar.	Usados por graduaciones más finas de los juicios.

*Fuente. Adaptación a partir de Saaty T., 2008, The fundamental scale of absolute numbers.*

Al realizar las comparaciones, un individuo o un grupo comparan cada par posible e ingresa los puntajes en una matriz de comparación por pares.

Después de haber realizado la matriz completa de comparación por pares se evaluó la importancia relativa de los criterios y se determinó el grado de consistencia usado para desarrollar los puntajes, para ello se utilizó la metodología propuesta por Saaty (Saaty 1980, en Saaty 2008).

#### IV.3.1.3. Criterios de valoración

La matriz de comparación por pares de los 9 factores considerados para la evaluación multicriterio en la estimación de la Calidad Ambiental del SAR y Área del Proyecto se presenta en la tabla 182, y las ponderaciones obtenidas se observan en la tabla 183 (Se presenta hoja de cálculos en ANEXO Ñ). El modelo de Evaluación Multicriterio que se aplicó por medio de algebra de mapas es el siguiente:

$$CA = Dflor (0.166) + Dfau (0.104) + Cvv (0.032) + Rero (0.069) + Hsub (0.097) + Hsup (0.078) + le (0.239) + Prosue (0.085) + Spro (0.130)$$

Donde:

CA = Calidad Ambiental

**Dflor** = Riqueza de especies de flora, **Dfau** = Riqueza de especies de fauna, **Cvv** = Calidad visual vulnerable, **Rero** = Riesgo o susceptibilidad a la erosión, **Hsub** = Hidrología subterránea, **Hsup** = Características del patrón de drenaje en cuanto a su disección horizontal, **le** = Importancia Ecológica (Valor natural + representatividad + fragilidad + vulnerabilidad), **Prosue** = Protección al suelo (Cobertura de la vegetación) y **Spro** = Presencia de especies con estatus de protección.

Tabla 196. Matriz de comparación por pares.

	Dflor	Dfau	Cvv	Rero	Hsub	Hsup	le	Prosue	Spro
Dflor	1	3	3	5	3	3	1/5	3	1
Dfau	1/3	1	3	3	1	1/3	1/5	3	3
Cvv	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Rero	1/5	1/3	3	1	1/3	1/3	1/3	3	1/3
Hsub	1/3	1	3	3	1	3	1/3	1/3	1/3
Hsup	1/3	3	3	3	1/3	1	1/3	1/3	1/3
le	5	5	3	3	3	3	1	3	3
Prosue	1/3	1/3	3	1/3	3	3	1/3	1	1/3
Spro	1	1/3	3	3	3	3	1/3	3	1
SUMA	<b>8.87</b>	<b>14.33</b>	<b>25.00</b>	<b>21.67</b>	<b>15.00</b>	<b>17.00</b>	<b>3.40</b>	<b>17.00</b>	<b>9.67</b>

**Dfau** = Riqueza de especies de fauna, **Dflor** = Riqueza de especies de flora, **Cvv** = Calidad visual vulnerable, **Rero** = Riesgo o susceptibilidad a la erosión, **Hsub** = Hidrología subterránea, **Hsup** = Características del patrón de drenaje en cuanto a su disección horizontal, **le** = Importancia Ecológica (Valor natural + representatividad + fragilidad + vulnerabilidad), **Prosue** = Protección al suelo (Cobertura de la vegetación) y **Spro** = Presencia de especies con estatus de protección.

**Tabla 197. Ponderaciones obtenidas con la técnica de comparación por pares.**

Factor	Dflor	Dfau	Cvv	Rero	Hsub	Hsup	le	Prosue	Spro
Wi	0.154	0.111	0.034	0.063	0.085	0.082	0.259	0.085	0.128

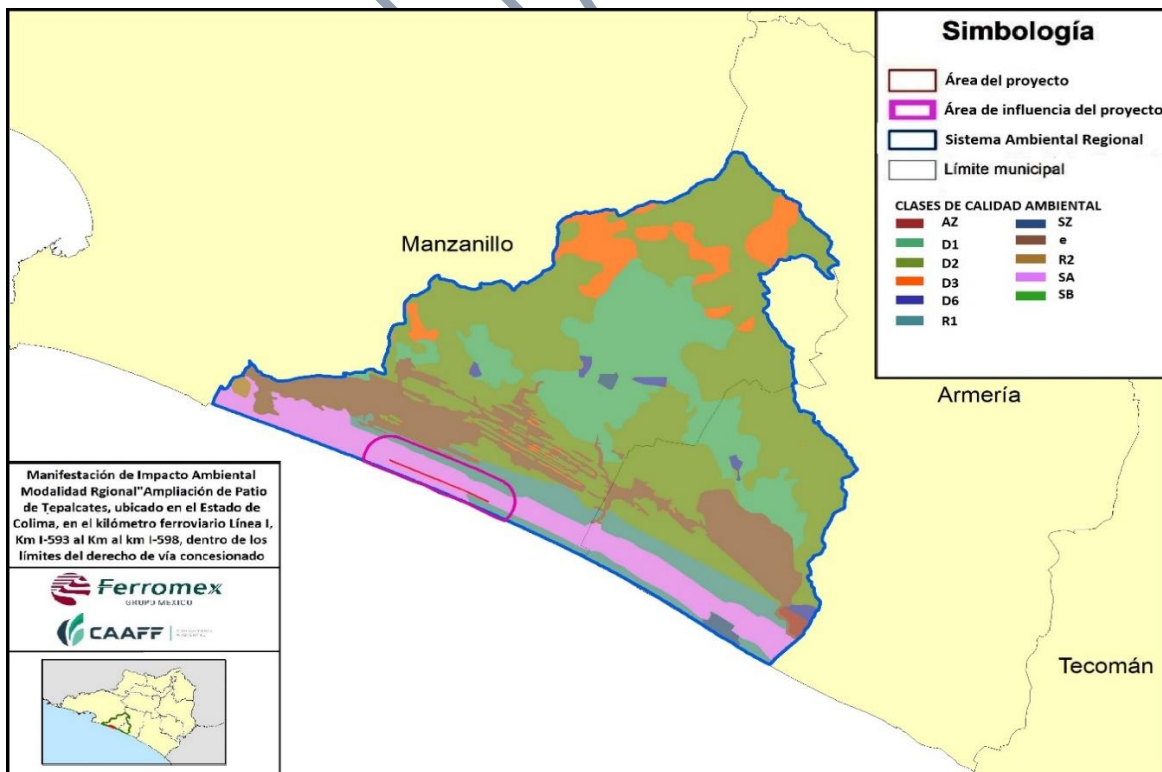
Una vez obtenidos todos los valores de la evaluación multicriterio se realizó el álgebra de mapas en Arcgis 10.2., obteniendo así, las clases de calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional.

**Tabla 198. Clases de la Calidad Ambiental presente en el Sistema Ambiental Regional.**

CLASE	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
Alta	129.521	0.51
Media	16,325.496	64.47
Baja	8,868.977	35.02
<b>TOTAL</b>	<b>25,323.994</b>	<b>100.00</b>

Se puede apreciar que el Sistema Ambiental Regional se encuentra catalogado por tres clases de Calidad Ambiental: *Alta*, *Media* y *Baja*, con una diferencia porcentual media. Teniendo como dominante la clase *Media* con una superficie 64.47%, mientras que la clase *Baja* ocupa el 35.02% de la superficie total del SAR, y con menos porcentaje de cobertura pertenece a la clase *Alta* con solo el 0.51%. Esta calidad ambiental se debe principalmente a que, en el Sistema Ambiental Regional hay una fuerte presencia de actividad humana debido al incremento poblacional y, por tanto, la producción agrícola y ganadera disminuyendo la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Particularmente, el Área del Proyecto se encuentra inmersa dentro de la clase de calidad ambiental baja (figura 101).



**Figura 101. Mapa de calidad ambiental en el SA, AIP y AP.**

#### IV.3.1.4. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos señalan que el 64.47% de la superficie total del Sistema Ambiental Regional corresponde a una calidad ambiental Media, determinada por varios factores a partir de una evaluación multicriterio. Cada uno de los factores con diferente valor de ponderación; mismos que en orden de mayor a menor relevancia son: importancia ecológica, riqueza de especies de flora, presencia de especies con estatus, riqueza de especies de fauna, protección al suelo por cobertura vegetal, hidrología subterránea, hidrología superficial, susceptibilidad a la erosión y calidad visual vulnerable.

Es importante reconocer que cada uno de los elementos evaluados muestra una correlación con el uso de suelo y tipo de vegetación presente en el sistema ambiental regional, ya que las características presentes en cada una de estas unidades poseen un grado de particularidad. Los usos de suelo presentes para esta calidad son, principalmente, los intervenidos directamente de forma antrópica, tales como agricultura de temporal anual y pastizal cultivado.

Uno de los factores que define la calidad ambiental en este caso es la importancia ecológica; misma que está constituida por cuatro elementos: representatividad, naturalidad, fragilidad y vulnerabilidad, estos elementos que al ser integrados reflejan el valor que posee el sistema en comparación con otras áreas desde un enfoque de resiliencia ecosistémica, es decir, la capacidad que tiene el medio para absorber algún tipo de perturbaciones, sin alterar sus características de estructura y funcionalidad, en este caso el desarrollo de un proyecto dentro del sistema ambiental regional. Mostrando además una relación directa con la riqueza de especies presente en el lugar. Los factores: flora y fauna, también aportaron un valor relativamente significativo en comparación al resto de los factores evaluados.

Otros de los factores que determinaron la calidad del Sistema Ambiental Regional fueron: la presencia de especies dentro de algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, la hidrología superficial y subterránea.

Para el caso de especies florísticas en el área del proyecto, no se tuvo registro de especies de flora listadas la NOM-059-SEMARNAT Respecto a las especies faunísticas en el área del proyecto (AP) se encontraron 2: *Aspidoscelis lineattissimus* y *Ctenosaura pectinata* registradas en protección especial (Pr) y amenazada (A) respectivamente. En el sistema ambiental regional se registró 6 especies, 4 en Protección especial (Pr) las cuales son: *Eupsittula canicularis*, *Crotatus basiliscus*, *Iguana iguana* y *Aspidoscelis lineattissimus*; 2 en estado de amenazada (A): *Masticophis Anthony* y *Ctenosaura pectinata* de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, el presentar pocas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, significa que existen alteraciones en el medio, que han provocado que estas especies se vean afectadas y posicionadas bajo protección.

La hidrología subterránea adquirió un valor medio porque en los 3 acuíferos presentes en el SAR cuentan con disponibilidad de recurso hídrico.

Referente a la protección del suelo, la presencia de cobertura vegetal es regular, obteniendo valores medios en zonas donde la presencia de vegetación secundaria hizo la diferencia en comparación con superficies con presencia de agricultura de temporal y pastizal cultivado. La cobertura desempeña un papel importante dentro de un ecosistema, ya que influye en otros procesos como el riesgo a la erosión y aumento de la recarga hídrica.

Para el caso de la calidad ambiental Baja se tiene una superficie porcentual de 35.02% del Sistema Ambiental Regional. Esta clasificación se encuentra determinada principalmente por poseer superficies de vegetación con un grado mayor de alteración y presencia de actividades humanas; características que han permitido que escasas superficies se encuentren con una calidad ambiental mayor al resto del SAR.

De acuerdo con los resultados obtenidos de calidad ambiental dentro del SAR, es notable que la superficie porcentual de las clases de calidad ambiental presenta una diferencia significativa, con una dominancia por parte de la clase baja.

Al poseer, en su mayoría, valores medios de calidad, el SAR se podría considerar como una superficie con méritos el cambio de uso de suelo, sin embargo, la ejecución del presente proyecto no implica grandes alteraciones al medio, ya que al ser la ampliación del patio Tepalcates únicamente se removerá una mínima cantidad de vegetación respecto al SAR, además de que se plantean medidas de mitigación, evitando de esta manera no alterar la calidad presente en la zona y así mantener una estabilidad con el resto del Sistema Ambiental Regional.

#### IV.3.2. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE CAMBIO USO/COBERTURA DEL SUELO Y VEGETACIÓN DE LA REGIÓN

En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido innumerables alteraciones antrópicas. Muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas conservadas, mientras que la huella de la deforestación, quemadas de monte, sobrepastoreo y sus consecuencias sobre la vegetación y el uso de suelo están presentes en innumerables paisajes del país.

En la actualidad, los estudios sobre los procesos dinámicos de los cambios en la cobertura del suelo y la deforestación son importantes, y necesarios porque proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada. La naturaleza intrínseca de los ecosistemas encierra como motor inherente una serie de aspectos dinámicos. Durante las últimas décadas, el ser humano se ha convertido en el principal desencadenador de la actividad transformadora de los ecosistemas. Su impacto global ha sido evaluado desde diversas perspectivas entre las que destacan la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global o cambio climático; entre muchas otras consecuencias ambientales de mayor relevancia regional tales como la alteración de ciclos hidrológicos, introducción de especies exóticas y pérdida de hábitats (Vitousek *et al.*, 1997).



Una manera confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es a través del estudio de la dinámica espacio temporal de la cubierta vegetal (Berry *et al.*, 1996). Diversos autores han enfatizado la necesidad de cuantificar dicho grado de conversión y expresarlo en términos de los factores desencadenadores del cambio, dando principal énfasis a aquello que es producto de la acción antrópica. La dinámica de la cubierta vegetal y su uso están íntimamente relacionados y es por eso que esta línea de investigación requiere para su abordaje de disciplinas tanto sociales como naturales. A este tema se le denomina “análisis del cambio de uso/cobertura del suelo” (LUCC por sus siglas en inglés “land use/cover change”: Turner y Meyer 1994, Lambin, *et al.*, 2001).

Para conocer el cambio uso/cobertura del suelo y vegetación para el Sistema Ambiental Regional se realizó una dinámica de cambios de vegetación y uso de suelo entre las capas; serie II y serie VI (cartografía de Uso de suelo y vegetación del INEGI), utilizando la herramienta de *Tabulate Area* (función SIG) del software ArcGis 10.2.2.

El nivel de diferenciación en la tipología en la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI es amplio y para efectos de un análisis básico se agrupan los conceptos en función de las explotaciones agropecuarias, forestal, zonas con vegetación secundaria, erosionadas y las urbanas; de esta manera se favorece la interpretación de los resultados derivados del análisis cartográfico comparativo-temporal.

Los grandes grupos, sus claves y los conceptos que reúnen, quedan como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 199. Grandes grupos de uso de suelo y vegetación.**

GRANDES GRUPOS	CLAVE	CARTOGRAFÍA DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN 1:250,000
<b>AGRICULTURA</b>		
Riego	AR	Riego y riego eventual
Temporal	AT	Temporal, humedad y nomadismo
Pastizal	AP	Pastizal cultivado
<b>VEGETACIÓN ARBÓREA</b>		
Coníferas	BF	Bosques de coníferas: oyamel, ayarín, cedro, pino, pino-encino y táscate
Decídúos	BD	Bosques de: encino-pino, encino, y de galería
Mesófilo	BM	Bosque mesófilo de montaña
Cultivado	BC	Bosque cultivado
Selvas húmedas y subhúmedas	SH	Selvas: alta perennifolia, alta subperennifolia, mediana perennifolia, mediana subperennifolia, mediana subcaducifolia, mediana caducifolia, baja perennifolia, baja subperennifolia, baja subcaducifolia y de galería
Selvas secas	SS	Selvas: baja caducifolia y baja espinosa
<b>OTROS TIPOS</b>		
Vegetación secundaria	VS	Vegetación secundaria arbórea y arbustiva de cualquier tipo de vegetación.
Matorrales	VM	Matorrales: subtropical, submontano, espinoso tamaulipeco, crasicaule, sarcocaul, sarco-crasicaule, sarco-crasicaule de neblina, rosetófilo costero, desértico rosetófilo, desértico micrófilo, chaparral, mezquital, huizachal, de coníferas
Pastizales y herbazales	VP	Pastizales: natural, huizachal, halófilo, gipsófilo, inducido. pradera de alta montaña, sabana, bosque bajo abierto y vegetación secundaria herbácea
Diversos	VV	Vegetación de: desiertos arenosos, halófila, dunas costeras, de galería, palmar, manglar, popal, tular. Zonas desprovistas de vegetación y de riego suspendido.

GRANDES GRUPOS	CLAVE	CARTOGRAFÍA DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN 1:250,000
Erosión	VE	Zonas con erosión hídrica severa
Urbanas	VZ	Zonas urbanas

Las transformaciones se interpretan de diversas maneras, en función de la deforestación, apertura de áreas agrícolas, crecimiento de las ciudades, etcétera, asimismo depende de la forma en que se hayan agrupado los diversos usos del suelo y la vegetación. Se trata de agrupar de modo que la mayoría de los cambios puedan relacionarse a varias interpretaciones posteriores.

Las permanencias o áreas que no presentan cambios, que puedan ser apreciados en las cartas de uso de suelo y vegetación se realiza mediante la tipificación de las coberturas tomando en cuenta la siguiente matriz.

Tabla 200. Tipificación de los cambios de uso del suelo y vegetación.

Cambio de uso de suelo de 1993 a 2014	AP	AT	VS
AP	ID	ID	D3
AT	ID	SA	D3
VS	ID	R3	SM

En la tabla anterior, la línea horizontal superior ubica las condiciones de uso de suelo y vegetación de la Serie II con fecha de referencia de 1993 y la columna izquierda indica a lo que pasaron a ser durante 2014, que es la fecha de referencia de la Serie VI. Con base en esta matriz, se determinó el cambio de uso/cobertura de suelo en el Sistema Ambiental Regional. A continuación, se presenta el significado de cada una de las abreviaturas.

**\* Tipificación de los cambios de uso del suelo y vegetación**

*a) Permanencia de los distintos tipos de uso del suelo*

- SA. Permanencia de las zonas agrícolas.
- SB. Permanencia de las zonas boscosas.
- SM. Permanencia de los matorrales y vegetación secundaria.
- SP. Permanencia de los pastizales y comunidades herbáceas.
- SS. Permanencia de diversos tipos de vegetación, poco representados en la zona de trabajo.
- SE. Permanencia de las zonas erosionadas, con o sin algún tipo de vegetación y/o agricultura.
- SZ. Permanencia de las zonas urbanas.

*b) Deterioro de la vegetación y/o el suelo*

- D1. Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
- D2. Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
- D3. Deforestación terminal: de vegetación secundaria a agricultura o pastizal.
- D4. Desmatorralización: Pérdida del matorral debida a ocupación agrícola o pecuaria.
- D5. Deterioro del suelo forestal por erosión hídrica severa.

D6. Disminución de las zonas forestales por crecimiento de las urbanas.

c) *Recuperación de la vegetación y/o el suelo*

R1. Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo.

R2. Recuperación forestal: de vegetación secundaria a bosque en desarrollo.

R3. Recolonización forestal: de agricultura o pastizal a vegetación secundaria.

d) *Deterioro y mejoramiento de la agricultura*

AO. Pérdida de agricultura que pasa a ser algún tipo de vegetación.

A+. Aumento y/o mejoramiento de la condición agrícola. Se agrupan acá los siguientes casos: (1) agricultura de temporal o pastizal que pasa a ser agricultura de riego, (2) pastizales que pasan a ser agricultura de temporal y (3) vegetación diversa o zonas erosionadas que pasan a ser ocupadas por agricultura.

A-. Degradación de la condición agrícola. Se agrupan acá los siguientes casos: (1) agricultura de riego que pasa a agricultura de temporal, (2) agricultura de riego o temporal que pasa a ser pastizal y (3) agricultura o pastizal cultivado que pasa a ser pastos inducidos o herbazales.

AE. Deterioro del suelo agrícola por erosión hídrica severa.

AZ. Disminución de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas.

e) *Otros*

ID. Teóricamente transición imposible que puede darse por problemas de identificación entre las dos cartas, estos en ningún caso debe presentar valores significativos.

#### IV.3.2.1. Cambio de uso de suelo de 1993 a 2014 en el Sistema Ambiental Regional

En este apartado se hizo el análisis de cambio de uso de suelo tomando en cuenta la Serie II con fecha de referencia de 1993 con la Serie VI con fecha de referencia de 2014, prácticamente abarca un periodo de 21 años. Enseguida se presentan los resultados obtenidos de la comparación del cambio de coberturas de la serie II y serie VI de las Cartas de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI y posteriormente se realizará un breve análisis sobre la permanencia de los distintos tipos de suelo, deterioro de la vegetación, recuperación de la vegetación y deterioro y/o mejoramiento de la agricultura.

Tabla 201. Dinámica de cambio uso/cobertura del suelo y vegetación del SA serie II y serie VI (INEGI).

SERIE II	ÁREA (Ha)	Serie VI	ÁREA (Ha)	CAMBIO	DESCRIPCIÓN
Agricultura de Riego	4523.847	agricultura de riego permanente	2553.999	SA	Permanencia de las zonas agrícolas.
		agricultura de riego semipermanente y permanente	29.183	SA	Permanencia de las zonas agrícolas.
		agua	16.309	e	Otros

SERIE II	ÁREA (Ha)	Serie VI	ÁREA (Ha)	CAMBIO	DESCRIPCIÓN
		asentamientos humanos	73.196	AZ	Disminución de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas
		mezquital tropical	2.607	R1	Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo.
		vegetación de dunas costeras	425.78	R1	Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo.
		vegetación halófila hidrófila	1361.295	R1	Repoblación forestal total: de agricultura o pastizal a bosque en desarrollo.
		vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	61.478	R2	Recuperación forestal: de vegetación secundaria a bosque en desarrollo.
Area Urbana	127.075	agricultura de riego permanente	0.057	e	Otros
		agricultura de riego semipermanente y permanente	0.101	e	Otros
		asentamientos humanos	126.679	SZ	Permanencia de las zonas urbanas.
		vegetación de dunas costeras	0.238	e	Otros
Bosque de Encino	22.102	bosque de encino	2.193	SB	Permanencia de las zonas boscosas.
		vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	19.909	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
Selva Baja Caducifolia	12914.423	agricultura de riego permanente	394.965	D1	Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
		agricultura de riego semipermanente y permanente	3157.291	D1	Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
		agricultura de temporal permanente	380.305	D1	Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
		agua	0.236	e	Otros
		asentamientos humanos	118.308	D6	Disminución de las zonas forestales por crecimiento de las urbanas.
		pastizal cultivado	1467.952	D3	Deforestación terminal: de vegetación secundaria a agricultura o pastizal.
		vegetación halófila hidrófila	73.427	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	674.088	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	6.776	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	6529.527	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.		

SERIE II	ÁREA (Ha)	Serie VI	ÁREA (Ha)	CAMBIO	DESCRIPCIÓN
		vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	111.548	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
Selva Mediana Subcaducifolia	382.137	pastizal cultivado	47.517	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	40.831	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	140.214	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	77.775	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	75.8	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
Vegetación Halofila	3969.499	agricultura de riego semipermanente y permanente	464.528	D1	Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
		agricultura de temporal permanente	116.12	D1	Deforestación total, de algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal.
		agua	65.115	e	Otros
		asentamientos humanos	53.615	D6	Disminución de las zonas forestales por crecimiento de las urbanas.
		mezquital tropical	0.131	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		pastizal cultivado	6.069	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación halófila hidrófila	2613.362	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbórea de manglar	142.034	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	101.425	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
		vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	407.1	D2	Degradación forestal: de bosque alterado a vegetación secundaria.
Cuerpo de agua	3,384.911	Cuerpo de agua	3,384.911	N/A	Sin cambio

Con base en lo anterior, se puede decir que en el periodo de 1993 a 2014 se presentaron varios cambios de uso de suelo y vegetación, algunos de estos generando impactos positivos y otros negativos en el sistema ambiental Regional. Esto se ve reflejado principalmente en la permanencia de las zonas boscosas (SB) presentes en el 0.01% de la superficie del SAR, así como el cambio de zonas de vegetación secundaria a áreas boscosas (R3) y zonas con agricultura a vegetación secundaria (R2)

con un 7.05 y 0.24% respectivamente y el cambio de áreas con algún tipo de selva o bosque a agricultura o pastizal (D1), zonas con bosque a vegetación secundaria (D2), de vegetación secundaria a agricultura o pastizal (D3) así como la disminución de las zonas forestales por crecimiento de las urbanas (D6) con un 17.77, 43.58, 5.78 y 0.68% de la superficie, respectivamente.

#### ***IV.3.2.2. Análisis de resultados del cambio de uso de suelo en el SAR***

De acuerdo con la tipificación de los cambios de uso de suelo y vegetación, se tienen presentes 11 categorías en el sistema ambiental regional. Es importante notar que, dentro de estos cambios, uno impactó de manera positiva, ubicado dentro de la **Recuperación de la vegetación y/o el suelo**. Siendo éste: de Agricultura de riego a Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.

Los resultados reflejan cambios importantes dentro del SAR, ya que es evidente que existe un proceso de sucesión ecológica, que es el cambio temporal direccional en la composición o estructura de una comunidad en el tiempo. Para el caso de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC), los cambios fueron más evidentes, ya que para el año 2014, se alcanzaron comunidades ecológicas menos estables, como es el caso de agricultura de riego.

Dentro de la categoría de **Permanencia de los distintos usos de suelo**, es posible observar que los usos de suelo y vegetación que existían en 1993 han permanecido a través de los años, aunque cada vez con menos área debido a que se generaron cambios internos negativos, como es el caso de la disminución de las zonas agrícolas por crecimiento de las urbanas o la conversión de Selva baja caducifolia a zonas de agricultura y asentamientos humanos (**Deterioro de la vegetación y/o el suelo**).

Con estos cambios, la calidad del sistema se ha visto afectada en un grado medio, ya que la mayor parte de la superficie se ha mantenido; sin embargo, es posible apreciar en la figura 102, que gran parte de la superficie del proyecto se encuentra situada sobre permanencia de agricultura.



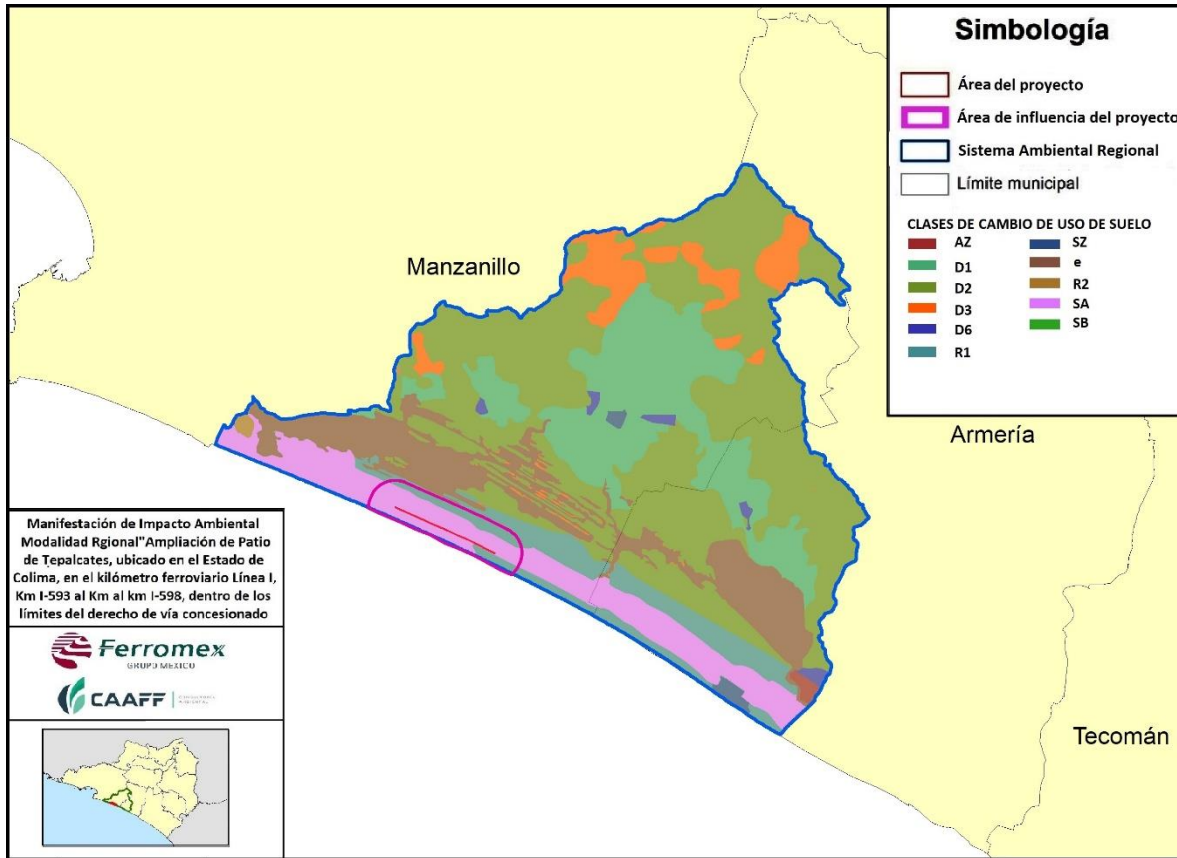
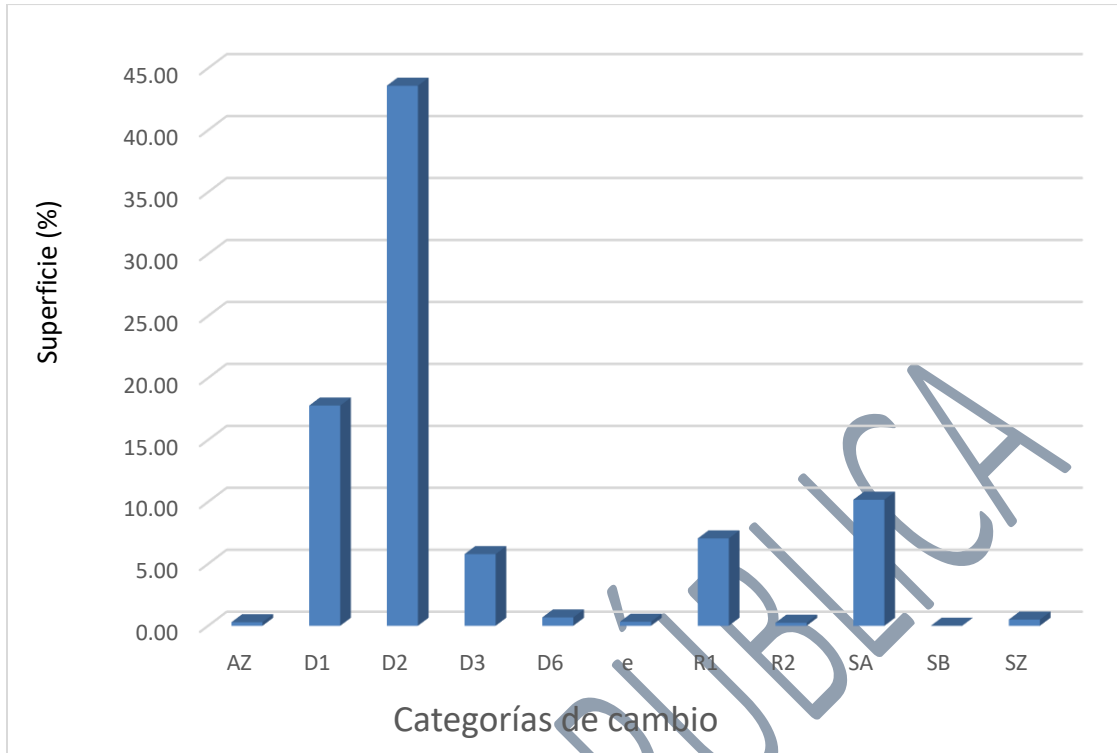


Figura 102. Mapa de cambio de uso de suelo de 1993 a 2016 en el SA, AIP y AP.

En la siguiente gráfica se puede observar que, en el periodo analizado, la dinámica de cambio de uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental Regional ha sido principalmente la permanencia de los distintos tipos de uso del suelo (S), representando el 10.68% de la superficie total en su conjunto (10.17% SA, 0.01 % SB y 0.5% SZ), lo que indica que, de la cobertura original existente en 1993, el 89.32% sufrió algún tipo de cambio.



**Gráfica 17.- Superficie que ocupan las categorías de cambio de uso de suelo y vegetación de 1993 a 2011.**

De acuerdo con la gráfica, se puede observar que la permanencia de VSa/SBC, así como la degradación a agricultura de temporal y pastizal de cultivos presentaron superficies porcentuales altas, seguido del cambio de agricultura de temporal a VSa/SBC.

El conjunto de las zonas inmersas dentro del grupo de Recuperación de la vegetación y/o el suelo, representan el 7.29%, donde únicamente contamos con Repoblación de zonas de agricultura a VSa/SBC (R2) y de zonas agrícolas a zonas con vegetación primaria como mezquital tropical. Por lo que es evidente que, de la vegetación existente en el año 1993, el 67.81% sufrió un cambio negativo en la composición de la vegetación, categorizado como D1, D2, D3 y D6.

Con base en los resultados se infiere que, si las condiciones de cambio se mantienen, existirán zonas que alcancen un mayor grado de degradación; así como también habrá, aunque poca, una recuperación por abandono de parcelas; sin embargo, es notable que gran parte de la vegetación mantendrá un cambio y solo un pequeño porcentaje en el Sistema Ambiental Regional mantendrá una estabilidad.

Becerra, M. (1999). *Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos*. Texcoco México: Universidad Autónoma Chapingo.

- 
- FAO-PNUMA-UNESCO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones para el Medio Ambiente (UNESCO). Roma, Italia
- TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p
- Wischmeier, W. a. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation planning*. Washington, DC.: USDA-SEA, US. Govt. Printing Office.
- Jimenez, O. F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en a agricultura mediante el balance Hidrico. .Centro agonomico tropical de la inetigacion y enseñanza (CATIE), Turrialba, costa Rica. Pp. 1-7
- Westenbroek, S.M., Kelson, V.A., Dripps, W.R., Hunt, R.J., and Bradbury,K.R., 2010, SWB—A modified Thornthwaite-Mather Soil-Water-Balance code for estimating groundwater recharge: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6—A31, 60 p.
- Orosco, P. L.M. 2006. Balance hídrico y valoración económica de la producción de agua en la microcuenca del Río Zahuapan, Tlaxco, Tlax. Tesis de maestría. División de Ciencias Forestales. UACH. 174 pp.

# Capítulo V

## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	1
V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	2
V.1.1. LISTA DE CHEQUEO .....	3
V.1.2. FACTORES AMBIENTALES .....	4
V.1.3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	5
V.1.3.1. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA .....	5
V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	7
V.3. VALORACIÓN DE IMPACTOS .....	10
V.3.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS .....	14
V.4. IMPACTOS RESIDUALES .....	21
V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS .....	22
V.6. CONCLUSIONES .....	23

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de chequeo. ....	3
Tabla 2. Factores ambientales por considerar en la evaluación del impacto ambiental del proyecto. 4	
Tabla 3. Escala de evaluación utilizada en la matriz de leopold (modificada) para la identificación de impactos ambientales.....	5
Tabla 4. Matriz de doble entrada para las actividades del proyecto. ....	6
Tabla 5. Resultados de la matriz de doble entrada.....	7
Tabla 6. Descripción de atributos ambientales y los posibles agentes causales de impactos negativos. ....	8
Tabla 7. Criterios que componen la matriz de importancia.....	11
Tabla 8. Clasificación de valores de importancia. ....	12
Tabla 9. Matriz de ponderación de impactos ambientales negativos de las actividades del proyecto. ....	13
Tabla 10. Resumen de la matriz de importancia.....	13
Tabla 11. Impactos con valor de importancia (vi).....	14
Tabla 12. Análisis de impacto de flora. ....	14
Tabla 13. Análisis de impacto de fauna.....	16
Tabla 14. Análisis de impacto del suelo.....	18
Tabla 15. Análisis de impacto en el agua. ....	19
Tabla 16. Análisis de impactos de aire.....	20
Tabla 17. Análisis de impactos de social/ económico.....	21
Tabla 18. Análisis de impactos de paisaje.....	21
Tabla 19. Impactos residuales.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso metodológico para la identificación y valoración de impactos. ....	2
Figura 2. Naturaleza de impactos de acuerdo con la matriz.....	7
Figura 3. Visualización de los impactos acumulativos.....	22

## **V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

Existe el impacto ambiental cuando una asociación o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio, o en alguno de los componentes de este. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Hay que hacer constar que el término impacto no implica negatividad, ya que estos pueden ser tanto positivos como negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1988, expresa sintéticamente que una evaluación de impacto ambiental "es un proceso formal de estudio empleado para predecir las consecuencias ambientales de un proyecto mayor de desarrollo"; que no solo analiza los problemas de consecuencia ambiental del proyecto, sino también los impactos sociales que pueden causar a la gente con ese proyecto en proceso, tanto en sus viviendas como sobre los recursos que les permitan sobrevivir como comunidades, en el área destinada al proyecto, como sus alrededores.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales.

El objetivo de la evaluación del impacto ambiental es la sustentabilidad, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales.



## V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

De acuerdo con la descripción las actividades del proyecto en apartados anteriores del presente estudio, así como la delimitación, caracterización y análisis del sistema ambiental regional y del área del proyecto; en este apartado, se identifican, describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos de carácter significativo (IAS) que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto, su área de influencia y sus efectos en el Sistema Ambiental Regional.

De acuerdo con la LGEEPA, el impacto ambiental se define como: "modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza" (Fracción XX del Artículo 3º de la LGEEPA). De acuerdo con Conesa (1997), el impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del ambiente en su estado actual y la que tendrá en el futuro modificado (proyecto ejecutado), considerando la tendencia que tendría el entorno y como habría evolucionado sin la realización del proyecto, lo cual se conoce como alteración neta.

En la actualidad existe una serie de metodologías para evaluar los impactos ambientales generados por las distintas obras y actividades, pero ninguna de ellas tiene una dimensión ni un carácter universal. Se tienen los más sencillos como la lista de chequeo, y los más elaborados como el método de Batelle, por lo tanto, la selección de los métodos depende en gran parte de las características del proyecto y del sistema ambiental, considerando los conceptos básicos de las técnicas existentes.

En el presente estudio se definió utilizar como primera aproximación a la identificación de impactos, la lista de chequeo simple, paso seguido es la elaboración de una red gráfica de causa-efecto, y después una descripción de cada uno de los posibles impactos. Con base en la descripción se elaboró la matriz de doble entrada, y para su ponderación la matriz de importancia, por último, se realizó un análisis de los impactos más significativos en las distintas etapas del proyecto.

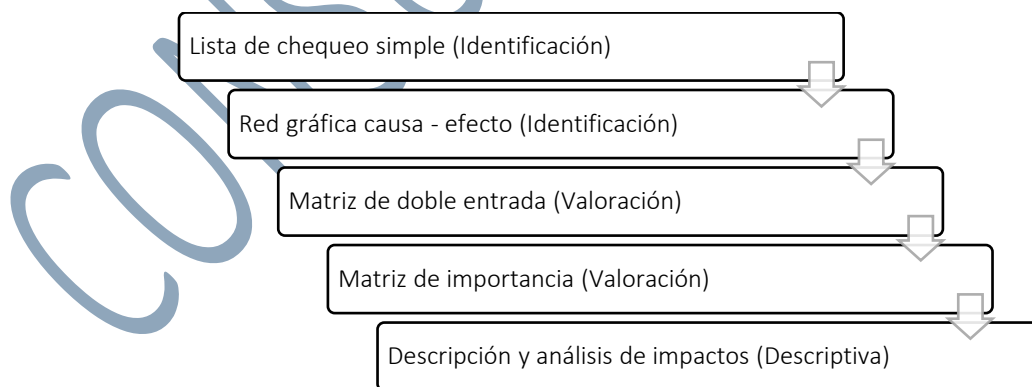


Figura 1. Proceso metodológico para la identificación y valoración de impactos.

### V.1.1. LISTA DE CHEQUEO

De acuerdo con Conesa (2009), la lista de chequeo es un método muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más relevantes que pueden tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto. La lista de chequeo permite estructurar los **componentes y factores ambientales a considerar, asegurando que esta incluya todas las áreas potencialmente impactadas.**

**En este caso, para la lista de chequeo** se entiende por acción, a los elementos o partes del proyecto -en el grado de división que el estudio precise- que ejercen una presión sobre el medio, o dan lugar a impactos ambientales. También las acciones del proyecto se pueden considerar como indicadores de presión, ya que la presión que ejercen sobre el medio hace variar el grado de calidad (Conesa, 2009).

Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en las etapas del proyecto.

Tabla 1. Lista de chequeo.

ACTIVIDAD*	IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO	
	SI	NO
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>		
Delimitación del área del proyecto		X
Desmante (derribo de material vegetal)	X	
Despalme (capa superficial de suelo)	X	
Cortes y nivelación	X	
<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
Formación de terraplén, formación de sub-base y formación de base	X	
Construcción de las vías	X	
Carpeta asfáltica para la plataforma	X	
Colector para drenaje pluvial	X	
Confinamiento	X	
Acceso carretero a la terminal	X	
Instalaciones	X	
Sistema telecomunicaciones	X	
Instalación de señales	X	
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	X	
<b>RESTAURACIÓN</b>		
Restauración ex situ		X

## V.1.2. FACTORES AMBIENTALES

Se denomina “factor” a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002). Por su parte Conesa (2009), los define como los constituyentes del medio ambiente entre los cuales se desarrollan la vida en nuestro planeta y son susceptibles de ser modificados por los humanos, estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suelen ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores que son fácilmente soportables.

Para el caso del proyecto en evaluación, se retomaron los diferentes factores ambientales descritos para el sistema ambiental regional y para el área del proyecto, así como sus principales atributos que pueden ser modificados por alguna actividad del proyecto.

Del análisis de los elementos constitutivos del ambiente o factores ambientales, se identificaron un total de 13 atributos con susceptibilidad de recibir algún impacto en alguna fase del proyecto.

Tabla 2. Factores ambientales por considerar en la evaluación del impacto ambiental del proyecto.

FACTOR	ATRIBUTO
Aire	Calidad del aire
	Emisiones de ruido
Hidrología (agua)	Calidad del agua
	Infiltración
Suelo	Perdida de suelo
	Característica fisicoquímica
Fauna	Diversidad – Abundancia
	Reducción del Hábitat
Flora	Diversidad – Abundancia
	Cobertura vegetal
Social/ Económico	Empleo
	Uso de suelo
Paisaje	Estructura/ Calidad

### V.1.3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

#### V.1.3.1. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA

La Matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada, en la que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que se vayan a realizar y que serán causa de posibles impactos. De forma original, cada celda de interacción se divide en diagonal, y en la parte superior de la celda se asigna la magnitud precedida del signo + o -, lo que indica si el impacto es positivo o negativo, en una escala entre uno y 10, siendo alteración mínima y máxima respectivamente. En la parte inferior se asigna la importancia con la misma escala.

La magnitud expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental, del factor considerado, y la importancia refleja un valor del peso relativo del efecto potencial, y refleja la relevancia de este. El sumatorio por filas de los valores, indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y, por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio, lo que se puede traducir como agresividad.

En este sentido, Conesa (2010) señala que el método de Leopold identifica correctamente los impactos más agresivos y los factores del medio más impactados. Sin embargo, también señala que el índice global es poco representativo.

En este sentido, comúnmente se utiliza la Matriz de Leopold (modificada), en la cual la escala de evaluación se adapta a las características del proyecto, pero conservando la lógica de identificar las interacciones (impactos) entre los factores y las acciones. A continuación, se presenta la escala de evaluación que se definió para la matriz del proyecto:

**Tabla 3. Escala de evaluación utilizada en la matriz de Leopold (modificada) para la identificación de impactos ambientales.**

Parámetro	Símbolo
Adverso significativo	<b>A</b>
Adverso poco significativo	<b>a</b>
Benéfico significativo	<b>B</b>
Benéfico poco significativo	<b>b</b>

Tabla 4. Matriz de doble entrada para las actividades del proyecto.

ETAPAS PROYECTO / FACTORES AMBIENTALES		PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	COMPENSACIÓN
		Delimitación del área del proyecto	Desmonte	Despalme	Cortes y nivelación	Formación de terraplén	Construcción de las vías	Carpeta asfáltica para la plataforma	Colector para drenaje pluvial	Confinamiento	Acceso carretero a la terminal	Instalaciones	Sistema telecomunicaciones	Instalación de señales	Restauración ex situ		
ABIÓTICOS	Hidrología	Calidad del agua	a	a	a	a	a	a			a				a	b	
		Infiltración (Recarga de acuíferos)	A	a		A		A			a	a	a				B
	Aire	Calidad del aire	a	a	a	a	a				a				a	b	
		Emisiones de ruido	a	a	a	a	a				a				a	b	
	Suelo	Perdida del suelo	A	A	a				b								B
Características físico químicas		a	A	a	a									a	b		
BIÓTICOS	Fauna	Diversidad - Abundancia	A	a		a									a	B	
		Reducción del hábitat	a	a						a						b	
	Flora	Diversidad - Abundancia	a													b	
		Cobertura vegetal	A													B	
ANTRÓPI	Socioeconómico	Empleo	b	b	b	b	B	b	b	b	b	b	b	b	b	b	
		Uso de suelo		b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
	Paisaje	Estructura/ Calidad	A			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	
SUBTOTAL	A	9	5	2		1		1									
	a	48	6	6	5	6	4	2	1	2	5	2	2	1	6		
	B	5				1										4	
	b	35	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	8	

Tabla 5. Resultados de la Matriz de doble entrada.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	SUMA	%	%
Adverso significativo	A	9	9.28	58.76
Adverso poco significativo	a	48	49.48	
Benéfico significativo	B	5	5.15	41.24
Benéfico poco significativo	b	35	36.08	
<b>Total</b>		<b>97</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

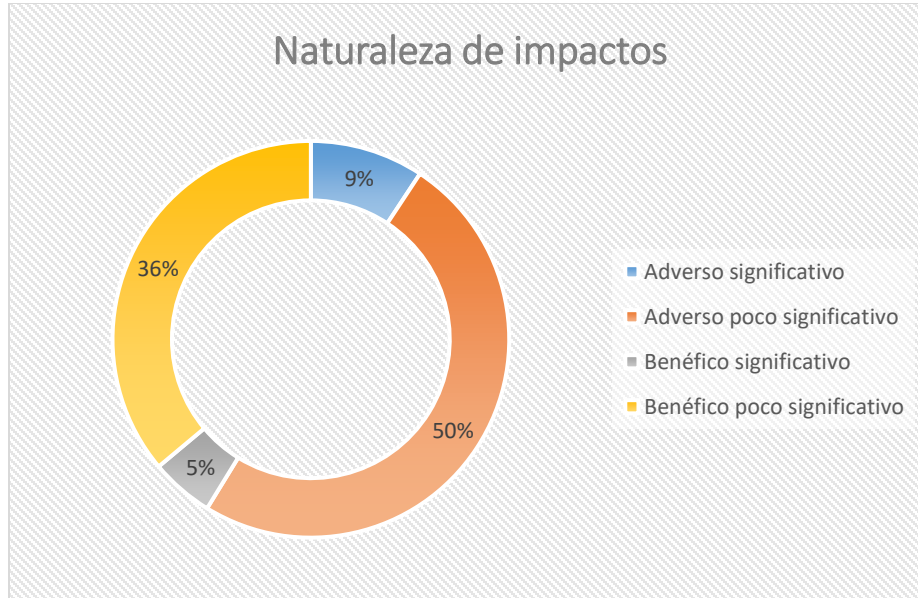


Figura 2. Naturaleza de impactos de acuerdo con la Matriz.

De acuerdo con la Matriz de Leopold (modificada), se identificaron **57 interacciones negativas (58.76 %)**, y **40 interacciones positivas (41.24 %)** entre las acciones del proyecto y los factores ambientales.

En lo que corresponde a los impactos negativos de carácter significativo, suman nueve interacciones, representando el 9.28 %. Teniendo en cuenta que para la matriz se consideró la etapa de Restauración (ex situ), la mayoría de los impactos positivos corresponden a dicha etapa.

## V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Con base en los puntos anteriores, se identificaron los atributos de cada factor ambiental que pueden sufrir modificaciones con las actividades del proyecto, convirtiéndose en impactos ambientales negativos, por lo que en la siguiente tabla se hace una breve descripción de cada atributo por factor ambiental y las actividades previstas de la remoción de la vegetación del proyecto que se convierten en sus posibles agentes causales de modificación.



Tabla 6. Descripción de atributos ambientales y los posibles agentes causales de impactos negativos.

Factor	Atributo	Descripción	Impacto	Agente causal
Aire	Calidad del aire	La variación de la calidad del aire se determina directamente por la presencia de sustancias o forma de energía introducida que altera la calidad de este. Ej. Partículas sólidas - líquidas - gases por combustión.	Disminución de la calidad del aire.	La actividad de despalme generará la emisión de partículas (polvos) a la atmosfera, repercutiendo así en la calidad del aire.  Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y operación se utilizará maquinaria de combustión interna que generará la emisión de gases y partículas a la atmosfera, lo anterior, puede repercutir en la disminución de la calidad del aire.
	Emisiones de ruido	Se refiere a la variación de presión en cualquier medio, capaz de ser detectado. Se entiende por contaminantes acústicos a todos aquellos estímulos que interfiera desfavorablemente a través de oído.	Emisiones de ruido.	El funcionamiento de maquinaria pesada en las actividades del proyecto generará emisiones de ruido.
Hidrología	Calidad del agua	La calidad de agua depende de las características fisicoquímicas y su uso que se le quiera dar. El cambio de la calidad el agua se puede determinar con el numero / cantidad de sustancias presentes en el agua proveniente de diferentes fuentes.	Disminución de la calidad del agua.	Las actividades del proyecto pueden exponer al suelo y/o material geológico particulado, que lo hace susceptible de arrastre teniendo como consecuencia la contaminación del agua.  La inadecuada gestión de los residuos, tanto líquidos como sólidos derivados de las actividades pueden generar contaminación del agua y así disminuir su calidad.
	Infiltración	Es el proceso por el cual el agua del suelo se renueva en general por procesos activos de recarga desde la superficie.  Capacidad de infiltración de agua en el subsuelo. La cobertura vegetal se caracteriza como elemento que propicia la infiltración en el suelo.  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 precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y	Disminución de la infiltración.	El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es fundamental, dado que permite la infiltración, es así que el desmonte y despalme del suelo del proyecto generará una disminución en la capacidad de infiltración del agua.

Factor	Atributo	Descripción	Impacto	Agente causal
		la prolongación del ciclo del agua.		
Suelo	Perdida de suelo	Es la variación del proceso de destrucción de rocas y arrastre del suelo (pérdida del suelo) por agentes naturales como la Erosión hídrica - eólica.  La intemperización de las áreas expuestas por el desmonte y despalme	Perdida de suelo	Las actividades del proyecto como son el desmonte y despalme pueden aumentar el proceso erosivo. Además de remover parte de la superficie del suelo.  Si el suelo se encuentra desnudo es más probable que se presenten erosión eólica por el movimiento de las máquinas y vehículos.
	Características fisicoquímicas	Se refiere al a las características físicas o químicas actuales del uso de suelo actual. Al retirar la capa vegetal y la materia orgánica del suelo en el área del proyecto, cambian las propiedades físicas y químicas del suelo, por lo que se afecta la calidad del mismo.  Por otro lado, existe el potencial impacto de contaminar los suelos con residuos sólidos o líquidos.	Cambio de características físico químicas (calidad)	El despalme y desmonte del proyecto generará un cambio en la calidad del suelo.  Durante las diferentes actividades la inadecuada gestión de los residuos tanto líquidos como sólidos pueden generar contaminación del suelo y así generar cambios en sus características físico y/o químicas.
Fauna	Diversidad Abundancia	Entendiéndose como la variación del número de especies en un área particular.  Se refiere a la variación de la cantidad de ejemplares de una misma especie.  En ambos casos la cobertura forestal está ligada fuertemente con la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre.  También se considera la variación de ejemplares de especies de fauna consideradas en alguna categoría en riesgo.	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	Las actividades de desmonte y despalme generarán la disminución del hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la abundancia y/o diversidad de fauna. Así mismo, en las actividades construcción y operación la emisión de ruido propiciará el ahuyentamiento de la fauna del sitio del proyecto.  Cabe mencionar que las actividades de remoción se ejecutarán en un sitio con vegetación secundaria, ubicada entre dos importantes vías de comunicación como los son la carretera federal 200 Manzanillo-Guadalajara y la vía principal ferroviaria Irapuato-Manzanillo.
	Reducción del Hábitat	Afectará principalmente hábitats y refugio para la fauna presente.  Se tendrá como impacto la reducción de las fuentes de alimento.	Reducción del Hábitat.	Con el desmonte se verá reducida la cantidad de especies de flora que aportan la fuente esencial de nutrimentos, como semillas, para las especies.
Flora	Diversidad - Abundancia	La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza	Disminución de la diversidad y	El desmonte (derribo de vegetación) del área del proyecto generará la disminución de la riqueza y

Factor	Atributo	Descripción	Impacto	Agente causal
		<p>como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios.</p> <p>La abundancia es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de las unidades de muestreo.</p> <p>Además de considerar las especies de flora consideradas en alguna categoría en riesgo.</p>	abundancia de especies.	abundancia de la flora en el área del proyecto.
	Cobertura vegetal	Es la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales.	Disminución de la cobertura Vegetal.	El desmote (derribo de vegetación) del área del proyecto generará la disminución de cobertura de la flora en el área del proyecto.
Social/ Económico	Empleo	Se entiende como la variación de la cantidad de puestos de trabajo.	Generación de empleos.	Durante las actividades del proyecto se generarán empleos, directos e indirectos, impactando a nivel local.
	Uso de suelo	La variación de las actividades que realizan las personas en una superficie dada, influenciadas por sus características y condiciones ambientales.	Cambio en el uso de suelo.	La importancia del proyecto radica en el nuevo uso que se le dará al terreno, resaltando los beneficios sociales que derivan del fortalecimiento de la red ferroviaria en el occidente de México.
Paisaje	Estructura del paisaje/ calidad	Relacionado principalmente con la percepción humana sobre la integración - interacción del medio biótico, abiótico y antrópico	Cambio en la estructura y/o calidad del paisaje.	La preparación del sitio y la operación del proyecto generarán cambios en la estructura del paisaje, sin embargo, teniendo en cuenta las características actuales del área del proyecto y las actividades colindantes, no se prevé un cambio significativo.

### V.3. VALORACIÓN DE IMPACTOS

En general, los impactos ambientales de los proyectos registran distintas magnitudes. En este sentido la magnitud de estos impactos depende del tipo de obra, las técnicas a emplear, el sistema ambiental y las acciones de prevención y mitigación de impactos. Específicamente los proyectos que requieren remoción de la vegetación tienen impacto hacia los recursos naturales (flora y fauna) principalmente, sin embargo, con las medidas pertinentes es posible minimizar y/o compensar los impactos que la actividad genera.

Por lo tanto, se procedió a realizar la ponderación de impactos mediante una matriz de importancia (Método de Conesa simplificado) enfocada a los impactos negativos identificados previamente. En la matriz, las columnas representan la actividad y las filas los criterios ambientales de evaluación. Los criterios que se evalúan en la matriz se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7. Criterios que componen la matriz de importancia.**

CRITERIOS		DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Naturaleza</b>	+/-	Carácter benéfico/positivo o adverso/negativo de las acciones que actúan sobre los elementos del sistema.	+ -
<b>Intensidad</b>	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja (no altera las funciones normales del sistema)</li> <li>• Media</li> <li>• Alta (alteración notable)</li> <li>• Muy alta</li> <li>• Total</li> </ul>	1 2 4 8 12
<b>Extensión</b>	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntual (efecto localizado – área de acción)</li> <li>• Parcial</li> <li>• Extensa</li> <li>• Total (efecto en todo el sistema ambiental del proyecto)</li> </ul>	1 2 4 8
<b>Momento</b>	MO	Señala el tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el elemento del sistema. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto plazo (menor de un año)</li> <li>• Mediano plazo (1 a 5 años)</li> <li>• Largo plazo (más de 5 años)</li> </ul>	4 2 1
<b>Persistencia</b>	PE	Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el elemento ambiental retornará a sus condiciones iniciales. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugaz</li> <li>• Temporal</li> <li>• Permanente</li> </ul>	1 2 4
<b>Reversibilidad</b>	RV	Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de natural. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto plazo</li> <li>• Mediano plazo (parcialmente reversible)</li> <li>• Irreversible (no puede retornar a su estado inicial)</li> </ul>	1 2 4
<b>Sinergia</b>	SI	Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple</li> <li>• Sinérgico</li> <li>• Muy Sinérgico</li> </ul>	1 2 4
<b>Recuperabilidad</b>	MC	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado, por medio de la intervención humana. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inmediato</li> <li>• Medio Plazo</li> <li>• Mitigable</li> <li>• Irrecuperable</li> </ul>	1 2 4 8
<b>Acumulación</b>	AC	Incremento progresivo de la manifestación del efecto. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple (no acumulativo)</li> <li>• Acumulativo</li> </ul>	1 4
<b>Efecto</b>	EF	Forma de manifestarse el efecto sobre el elemento ambiental. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indirecto (se produce a partir de un efecto primario)</li> <li>• Directo (incidencia inmediata)</li> </ul>	1 4

CRITERIOS		DESCRIPCIÓN	RANGO
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto.	
		• Irregular	1
		• Periódico	2
		• Continuo	4

En la matriz se determinaron los valores de los factores, posteriormente se calculó la importancia de las consecuencias ambientales del impacto, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación (Conesa, 2010):

$$\text{Importancia del Impacto (I)} = 3IN+2EX+MO+PE+MC+RV+SI+AC+EF+PR$$

Considerando los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede oscilar entre las 13 y 100 unidades, dicha rango de valores se clasificó de la siguiente manera (Conesa, 2010):

Tabla 8. Clasificación de valores de importancia.

SIGNIFICANCIA	UNIDADES
Irrelevante/ Compatible	Menor a 25
Moderado	25 - 49
Severo	50 -75
Crítico	Mayor a 75

Tabla 9. Matriz de ponderación de impactos ambientales negativos de las actividades del proyecto.

Atributo	Ponderación del impacto											Valor de Importancia	Importancia
	Clase	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
Calidad del agua	-	2	1	4	1	1	1	1	1	1	2	20	Compatible
Infiltración	-	4	1	4	4	4	2	1	4	4	4	38	Moderado
Calidad del aire	-	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	19	Compatible
Emisiones de ruido	-	1	1	4	2	2	1	1	1	2	1	19	Compatible
Perdida de suelo	-	4	2	4	2	4	2	1	4	2	4	38	Moderado
Características físico químicas	-	1	1	4	1	1	2	1	4	2	1	27	Moderado
Diversidad – Abundancia (fauna)	-	2	2	4	1	2	2	1	1	1	1	28	Moderado
Reducción del Hábitat	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	4	36	Moderado
Diversidad – Abundancia (flora)	-	3	2	4	4	4	2	1	4	4	4	40	Moderado
Cobertura Vegetal	-	3	1	4	4	4	2	1	4	4	4	42	Moderado
Empleo	+	2	2	1	4	4	1	1	4	4	1		
Uso de suelo	+	3	1	1	4	4	1	1	4	4	4		
Estructura - Calidad del paisaje	-	2	1	4	4	4	2	1	1	4	8	33	Moderado

Tabla 10. Resumen de la Matriz de importancia.

IMPACTO	NÚMERO DE IMPACTOS -	PORCENTAJE DEL TOTAL
Compatible	5	38.46%
Moderado	8	61.54%
Severo	-	-
Crítico	-	-
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100%</b>



Del total de impactos, el 61.54 % se encuentra en la categoría de moderados, mientras que el 38.46 % son compatibles. Cabe destacar que no se tienen impactos clasificados como severos ni críticos.

**Tabla 11. Impactos con valor de importancia (VI).**

Factor	Impacto	Importancia	Valor de Importancia
Agua	Disminución de la calidad del agua.	Compatible	20
	Disminución en la infiltración.	Moderado	41
Aire	Disminución de la calidad del aire.	Compatible	20
	Emisiones de ruido.	Compatible	19
Suelo	Perdida de suelo.	Moderado	39
	Cambio de características físico químicas (calidad).	Compatible	21
Fauna	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	Compatible	23
	Reducción del Hábitat.	Moderado	35
Flora	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	Moderado	40
	Disminución de la cobertura Vegetal.	Moderado	38
Social/ Económico	Generación de empleos.	Moderado	30
	Cambio en el uso de suelo.	Moderado	34
Paisaje	Cambio en la Estructura/ Calidad.	Moderado	36

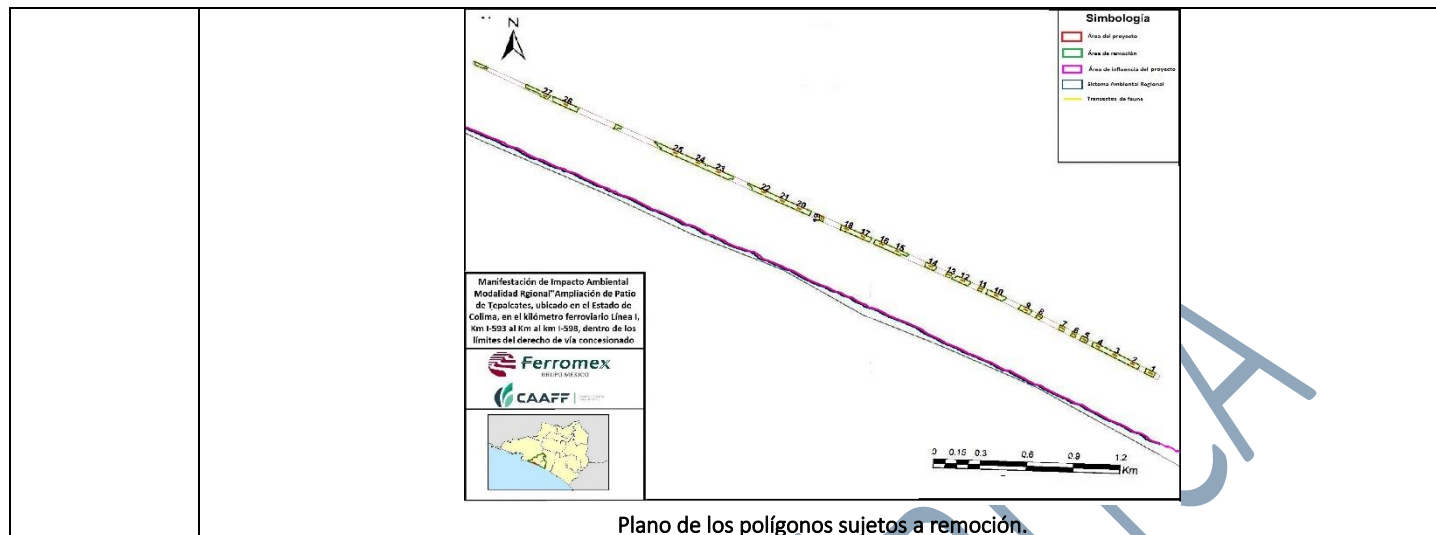
### V.3.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en la Fracción IX del Artículo 3º, se entiende por impacto ambiental significativo:

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

**Tabla 12. Análisis de impacto de flora.**

FACTOR	FLORA	ATRIBUTO	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES
<b>Impacto</b>	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.		
<b>Agente causal:</b>	Desmante.		
<b>Descripción de Impacto</b>	<p>La riqueza se define como el número de especies presentes en una comunidad y se utiliza como indicador de la reducción de especies como respuesta ante disturbios. La abundancia es el número de especímenes de una especie que se registran dentro de un área determinada.</p> <p>El proyecto contempla actividades que implican la remoción de cobertura forestal en un área total de 8.7004 ha. El desmante o se pretende realizar en 3 meses.</p>		



El indicador del impacto para este caso es el número de especies de flora por afectar. No obstante, las especies están bien representadas en el sistema ambiental regional, por lo que se disminuye el número de especies en el sitio del proyecto, pero no se afecta la permanencia de estas especies en la región.

En el SAR se encontraron e identificaron mediante sitios de muestreo un total de **51 especies** en 3 diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de una vegetación del tipo selva baja caducifolia, de las cuales 33 especies se encuentran en el área de remoción de vegetación. Por lo que no existen especies únicas en el área del proyecto o que se ponga en riesgo la población de alguna especie.

Comparativo de riqueza y diversidad entre el área del proyecto y SAR.

ESTRATO	RIQUEZA ESPECIES		ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD	
	ÁREA DE PROYECTO	SAR	ÁREA DE PROYECTO	SAR
Arbóreo	8	19	1.1097	2.2977
Arbustivo	12	17	2.2127	2.4846
Herbáceo	13	15	2.2653	2.3508

Como se detalla en el capítulo IV del presente estudio, se afectarán un total de **2,128 individuos** de árboles (mayores a 7.5 cm) de 7 especies diferentes, de las cuales ninguna se ubica en los listados de las especies en categoría de riesgo de la NOM-059 – SEMARNAT-2010.

**Significancia**  
 Es un impacto de intensidad baja en donde todas las especies por afectar en el área de proyecto se encuentran representadas en el SAR; con efecto reversible con las actividades de mitigación y compensación que favorecen la repoblación de las mismas especies con lo que se reducirá la intensidad del impacto, por lo que el impacto se considera de efecto inmediato, reversible, mitigable y de extensión parcial, por lo que se valoró como un impacto **Moderado**.

FACTOR	FLORA	ATRIBUTO	Cobertura Vegetal
<b>Impacto</b>	Disminución de la cobertura Vegetal.		
<b>Agente causal:</b>	Desmonte.		
<b>Descripción de Impacto</b>	Uno de los impactos más importantes que se genera con la remoción de la vegetación es la propia eliminación de la cubierta vegetal, pues a partir de este impacto sobre la vegetación, se ocasionan impactos a otros recursos y procesos naturales. Pero este impacto es mitigable y/o compensable a mediano plazo, dado que existe la posibilidad de que se pueda reforestar en un predio de compensación distinto al sitio del proyecto, atenuando el impacto a nivel del SAR y restaurando los procesos naturales.		

	El proyecto requiere la remoción de vegetación de <b>8.7004 ha</b> , con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia.
<b>Indicador</b>	<p><b>Superficie que presentará el área del proyecto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema ambiental del proyecto (SAR): <b>25,323.994 ha</b></li> <li>• Remoción de la vegetación en el AP: <b>8.7004 ha</b></li> </ul> <p>A nivel del SAR se tiene como cubierta natural una superficie de 13,015.15 ha, lo que representa el 51.39% del área del SAR. Específicamente, la vegetación de selva baja caducifolia se encuentra representada en el <b>31.10% (7,875.971 ha) de la superficie del SAR</b> siendo el tipo de vegetación de mayor extensión en el SAR.</p> <p><b>El porcentaje de la superficie con remoción de vegetación con relación a la superficie de Selva baja caducifolia en el SAR:</b></p> <p><math>\% \text{ Superficie alterada de SBC del SAR} = (8.7004 / 7,875.971) * 100 = 0.11\%</math></p>
<b>Significancia</b>	A pesar del indicador relativamente bajo con relación a la vegetación de SBC presente en el SAR, el valor de este impacto con relación a la superficie del proyecto se considera <b>Moderado</b> , dado que es sinérgico, directo, continuo, sin embargo, es mitigable. En este sentido, es necesario definir medidas de mitigación y compensación ante esta actividad. Se señala que el proyecto prevé un área de reforestación de 10 ha como compensación en un sitio distinto al del proyecto.

**Tabla 13. Análisis de impacto de fauna.**

FACTOR	FAUNA	ATRIBUTO	DIVERSIDAD - ABUNDANCIA																								
<b>Impacto</b>	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.																										
<b>Agente causal:</b>	Desmonte, construcción, operación y mantenimiento.																										
<b>Descripción de Impacto</b>	<p>La diversidad se puede entender como la variación del número de especies en un área particular. La abundancia se refiere a la variación de la cantidad de ejemplares de una misma especie. En ambos casos la cobertura forestal está ligada fuertemente con estos parámetros de las especies de fauna silvestre.</p> <p>En este sentido, resultado de los cambios en el medio por la ejecución del proyecto se verá reducido el hábitat de la fauna, que se verá desplazada, disminuyendo la abundancia de fauna en el sitio del proyecto. Así mismo, la presencia de maquinaria pesada y trabajadores en los sitios con cobertura natural provoca que la fauna tienda a buscar refugio en áreas aledañas más seguras, lo anterior resultado de la alteración del ambiente sonoro provocado por la operación de maquinaria.</p>																										
<b>Indicador</b>	<p>El indicador para este tipo de impacto es cualitativo y relativo en virtud de que la fauna potencial identificada para el sitio es transitoria y el desplazamiento de la fauna se dará a las áreas naturales adyacentes a las que se verán afectadas, pudiendo emigrar la mayoría de las especies sin dificultad.</p> <p><b>De acuerdo con los trabajos en campo, se identificaron 72 especies en el sistema ambiental regional de las cuales 39 se registraron el área del proyecto.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Riqueza específica por grupo faunístico a nivel SAR y área de proyecto.</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>TAXA</th> <th>PROYECTO</th> <th>SAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anfibios</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Reptiles</td> <td>6</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Aves</td> <td>25</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Mamíferos</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Índice de biodiversidad por grupo faunístico a nivel SAR y área de proyecto.</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>TAXA</th> <th>PROYECTO</th> <th>SAR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anfibios</td> <td>0</td> <td>0.9183</td> </tr> <tr> <td>Reptiles</td> <td>2.2624</td> <td>3.2093</td> </tr> </tbody> </table>			TAXA	PROYECTO	SAR	Anfibios	0	2	Reptiles	6	14	Aves	25	44	Mamíferos	8	12	TAXA	PROYECTO	SAR	Anfibios	0	0.9183	Reptiles	2.2624	3.2093
TAXA	PROYECTO	SAR																									
Anfibios	0	2																									
Reptiles	6	14																									
Aves	25	44																									
Mamíferos	8	12																									
TAXA	PROYECTO	SAR																									
Anfibios	0	0.9183																									
Reptiles	2.2624	3.2093																									

FACTOR	FAUNA	ATRIBUTO	DIVERSIDAD - ABUNDANCIA	
		Aves	4.2859	5.1511
		Mamíferos	2.6583	3.3433
	<p>El área propuesta para el proyecto se encuentra fragmentada y cierta medida degradada. Por tanto, la fauna presente en el sitio es menor en comparación a otros sitios en el SAR.</p>  <p align="center"><b>Imagen Satelital del área del proyecto (amarillo), ubicado entre la carretera federal y vía del ferrocarril.</b></p> <p>Considerando los índices de diversidad en cada uno de los cuatro grupos de vertebrados registrados en las unidades de análisis como lo son el SAR y a nivel del sitio del proyecto, se concluye que en el área sujeta a la remoción de la vegetación no se encuentran especies únicas y las existentes se encuentran bien representadas a nivel de sistema ambiental regional, en donde se tienen mejores valores de riqueza y biodiversidad.</p>			
<b>Significancia</b>	De acuerdo con las consideraciones antes mencionadas la fauna no se verá comprometida con la ejecución del proyecto, toda vez que las especies que se encuentran presentes en el sitio tienen una amplia distribución en el sistema ambiental regional. Es un <b>impacto Moderado</b> , por ser de intensidad notable y extensión parcial. Teniendo en cuenta las acciones de restauración y compensación del sitio será posible mitigar parcialmente el impacto.			
<b>FACTOR</b>	<b>FAUNA</b>	<b>ATRIBUTO</b>	<b>Reducción del Hábitat</b>	
<b>Impacto</b>	Reducción del Hábitat.			
<b>Agente causal:</b>	Desmante.			
<b>Descripción de Impacto</b>	<p>El uso de la maquinaria propiciará el estrés y ahuyentamiento de la fauna, debido al constante ruido durante las actividades de desmante y construcción. La actividad de desmante afectará principalmente hábitats y refugio para la fauna presente.</p> <p>Se tendrá como impacto la reducción de las fuentes de alimento, ya que con el desmante se verá reducida la cantidad de especies que aportan la fuente esencial de nutrientes, como semillas, para las especies.</p>			
<b>Indicador</b>	<p>Se considera como indicador la remoción de la cobertura vegetal dentro del área del proyecto con una superficie de <b>8.7004 ha</b>, debido a que en esta superficie se encuentra ubicado madrigueras, nidos y fuentes de alimento para la fauna.</p> <p><b>Superficie que presentará el área con vegetación en el AP.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Superficie con cobertura forestal en SAR: <b>13,015.15 ha</b></li> <li>Superficie con cobertura forestal en el AP: <b>8.7004 ha</b></li> </ul> <p>La superficie donde se localiza la vegetación dentro del área del proyecto (8.7004 ha) representa el 0.066% de la superficie con vegetación dentro del SAR (13,015.15 ha).</p>			

FACTOR	FAUNA	ATRIBUTO	DIVERSIDAD - ABUNDANCIA
Significancia	La fauna es uno de los componentes que se verá afectado principalmente en las actividades correspondientes a la preparación del sitio, debido a que una vez que se removerá la vegetación forestal en sus diferentes estratos reduciendo el hábitat que funge como refugio y reduciendo a su vez las fuentes de alimento para algunas especies. Este impacto tiene un valor de significancia <b>Moderado</b> .		
	Se contempla un Programa de rescate y reubicación de fauna en el que se indica que, en caso de encontrar alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que sean de lento desplazamiento, se dará especial atención. Además, se ahuyentarán todas las especies presentes en todas las actividades del proyecto		

**Tabla 14. Análisis de impacto del suelo.**

FACTOR	SUELO	ATRIBUTO	EROSIÓN												
Impacto	Pérdida de suelo.														
Agente causal:	Despalme y desmonte.														
Descripción de Impacto	<p>La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. La intemperización de las áreas expuestas por el desmonte y los movimientos de tierras las hace susceptibles de proceso erosivos, tanto de índole eólica como hídrica en el temporal de lluvias.</p> <p>En el proyecto existen actividades que implican la remoción total del suelo, y/o propiciarán el aumento en los procesos erosivos tanto hídrica como eólica. El proyecto contempla el desmonte de <b>8.7004 ha</b>.</p>														
Indicador	<p>Se utiliza como indicador el incremento de la pérdida potencial de suelo con la ejecución del proyecto en toneladas/hectárea/año, con base en la estimación realizada con la ecuación universal de pérdida de suelo y la ecuación desarrollada por la FAO para la erosión eólica que se describió en el capítulo IV del presente estudio, con base a las dimensiones del proyecto se prevé una erosión de:</p> <p style="text-align: center;"><b>Incremento de la Erosión por la ejecución del proyecto.</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>CLASE DE EROSIÓN</th> <th>ESCENARIO ACTUAL (TON/AÑO)</th> <th>ESCENARIO CON PROYECTO (TON/AÑO)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Erosión hídrica</td> <td style="text-align: center;">7.5</td> <td style="text-align: center;">107.62</td> </tr> <tr> <td>Erosión eólica</td> <td style="text-align: center;">34.80</td> <td style="text-align: center;">396.56</td> </tr> <tr> <td><b>Erosión total</b></td> <td style="text-align: center;"><b>47.37</b></td> <td style="text-align: center;"><b>504.19</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Para estimar la magnitud del impacto se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación del área del proyecto, sin medidas de mitigación o restauración, se obtuvo que en la actualidad el nivel promedio de la erosión es de <b>47.37 ton/año</b> que se encuentra clasificada con un nivel bajo (Clasificación FAO) y con la ejecución del proyecto que es el retiro de la cobertura vegetal natural, este valor se incrementaría a <b>504.19 ton/año</b> clasificada como <b>fuerte</b>, es decir, se tendría un incremento potencial de <b>461.82 ton/año</b> de pérdida de suelo, sin medidas de mitigación.</p> <p>Lo anterior, en las <b>8.7004 ha</b> de el área del proyecto representa una pérdida potencial de <b>461.82 ton/año</b> como indicador del impacto <b>en la pérdida de suelo, en el caso que toda la superficie se desmontara al mismo tiempo y sin medidas de mitigación.</b></p>			CLASE DE EROSIÓN	ESCENARIO ACTUAL (TON/AÑO)	ESCENARIO CON PROYECTO (TON/AÑO)	Erosión hídrica	7.5	107.62	Erosión eólica	34.80	396.56	<b>Erosión total</b>	<b>47.37</b>	<b>504.19</b>
CLASE DE EROSIÓN	ESCENARIO ACTUAL (TON/AÑO)	ESCENARIO CON PROYECTO (TON/AÑO)													
Erosión hídrica	7.5	107.62													
Erosión eólica	34.80	396.56													
<b>Erosión total</b>	<b>47.37</b>	<b>504.19</b>													
Significancia	<p>La remoción de la vegetación incrementará la erosión en 504.19 ton/año, si lo multiplicamos por el área del proyecto se tendrá un incremento en la erosión potencial de 461.82 ton/año a causa de la remoción de vegetación.</p> <p>La superficie del proyecto que registrará descapote es de <b>8.7004 ha</b>. A nivel SAR, el impacto no sitúa en riesgo la viabilidad de este, al ser de carácter puntual. Sin embargo, en el sitio del proyecto se considera como <b>impacto Moderado</b>, por ser intenso e</p>														

	inmediato, sin embargo, dadas las características el impacto puede ser mitigado y compensado, mediante las medidas propuestas en capítulos subsecuentes y en los programas anexos.		
FACTOR	SUELO	ATRIBUTO	CALIDAD Y CAPACIDAD DE CARGA.
<b>Impacto</b>	Cambio de características físico químicas		
<b>Agente causal:</b>	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.		
<b>Descripción de Impacto</b>	El uso de maquinaria y vehículos pueden presentar problemas de derrames de combustibles o aceites, se puede presentar en todas las actividades que incluyan manejo de maquinaria y vehículos.		
<b>Indicador</b>	Como indicador para el impacto de cambios de las características físico-químicas en el suelo se presenta en la cantidad de maquinaria y vehículos presente en cada etapa del proyecto.		
<b>Significancia</b>	En el caso de contaminación de suelos por combustibles se llevará a cabo las medidas preventivas como lo marca la NOM-052-SEMARNAT-2005, se considera con un valor <b>Moderado</b> debido a la etapa de operación ya que se puede presentar momentos de contaminación por el paso de trenes.		

**Tabla 15. Análisis de impacto en el agua.**

FACTOR	HIDROLOGÍA	ATRIBUTO	INFILTRACIÓN						
<b>Impacto</b>	Disminución en la infiltración.								
<b>Agente causal:</b>	Desmante y construcción.								
<b>Descripción de Impacto</b>	<p>La infiltración del agua en el subsuelo se verá reducida por el descapote. El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es regulador del almacenamiento y retención del agua, mediante los procesos de infiltración y la formación de agua subterránea. Por lo tanto, al ejecutar la remoción de la vegetación se verá disminuida la capacidad de infiltración del terreno.</p> <p>De igual manera la compactación que se realizara en la construcción del proyecto modificara la porosidad del suelo, que tiene como efecto la disminución de la capacidad de infiltración, reflejándose en el bajo crecimiento de la vegetación.</p>								
<b>Indicador</b>	<p><b>Indicador: Capacidad de infiltración en m3.</b></p> <p>Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (una vez hecha la remoción de la vegetación) se tendría una disminución de <b>6,037 m<sup>3</sup> (14,146 – 8,110)</b> volumen que se incrementa en el escurrimiento. Siendo este volumen el que se pondría en riesgo como servicio ambiental correspondiente al almacenamiento y retención de agua prestado por el área forestal solicitada para la remoción de la vegetación, si se dejara el suelo desnudo por un año, una vez realizado el desmante.</p> <p><b>Capacidad de infiltración en el área del proyecto en dos escenarios.</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Infiltración actual (m<sup>3</sup>)</th> <th>Infiltración con remoción (m<sup>3</sup>)</th> <th>Diferencia (m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">14,146</td> <td style="text-align: center;">8,110</td> <td style="text-align: center;">6,037</td> </tr> </tbody> </table>			Infiltración actual (m <sup>3</sup> )	Infiltración con remoción (m <sup>3</sup> )	Diferencia (m <sup>3</sup> )	14,146	8,110	6,037
Infiltración actual (m <sup>3</sup> )	Infiltración con remoción (m <sup>3</sup> )	Diferencia (m <sup>3</sup> )							
14,146	8,110	6,037							
<b>Significancia</b>	<p>De acuerdo con lo descrito en el capítulo IV el sitio del proyecto se ubica sobre el acuífero Venustiano <b>Carranza</b> (0605) que, de acuerdo con CONAGUA (2018) indica que el acuífero tiene una recarga anual de 25 millones de m<sup>3</sup>/año, y la pérdida potencial anual de 6,037 m<sup>3</sup> por la ejecución del proyecto en su totalidad representa el 0.02% de la recarga anual del acuífero.</p> <p>Teniendo en cuenta el área del proyecto, se considera que no impactará significativamente la capacidad de infiltración a nivel sistema ambiental. El impacto en infiltración se clasifica como <b>impacto Moderado</b>, al presentarse de forma intensa, pero puntual y parcialmente reversible. Se realizarán obras de infiltración de agua en el sitio del proyecto y en un predio de compensación adicional para mitigar la capacidad de infiltración que se verá afectada. Este impacto se considera temporal, debido a las medidas de mitigación que permiten recuperar el volumen perdido.</p>								



FACTOR	HIDROLOGÍA	ATRIBUTO	CALIDAD DEL AGUA
Impacto	Disminución de la calidad del agua.		
Agente causal:	Preparación del sitio, construcción y operación.		
Descripción de Impacto	Para el caso del factor agua se puede presentar contaminación de aguas superficiales o acuíferos subterráneos por la utilización de maquinaria a través del derrame de aceites o combustibles, este impacto se puede presentar en las actividades que se involucre la utilización de maquinaria.		
Indicador	Como indicador para el impacto de cambios de las características físico-químicas en el suelo se presenta en la cantidad de maquinaria y vehículos presente en cada etapa del proyecto.		
Significancia	Se tomarán todas las medidas preventivas para el mantenimiento de vehículos y maquinaria, y así poder evitar la contaminación del agua por combustibles como lo marca la NOM-052-SEMARNAT-2005. El valor del impacto es de <b>Compatible</b> por la baja presencia de escurrimientos y cuerpos de agua que puedan ser contaminados.		

Tabla 16. Análisis de impactos de aire.

FACTOR	AIRE	ATRIBUTO	CALIDAD DEL AIRE
Impacto	Disminución de la calidad del aire.		
Agente causal:	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.		
Descripción de Impacto	En la ejecución del proyecto se hará uso de maquinaria que tendrá como impacto la emisión de gases contaminantes en el área del proyecto como a los alrededores, lo cual contribuye a los efectos de cambio climático, asimismo, el retiro de la vegetación hará que disminuya la captación de estos gases en el área del proyecto.		
Indicador	Numero de maquinaria y vehículos presentes en cada etapa del proyecto		
Significancia	En lo que corresponde al componente aire, los impactos se presentan principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción por la utilización de maquinaria que genera gases contaminantes; sin embargo, con la remoción de vegetación ya no se obtendrá la captación de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ). Este impacto representa para el factor aire tienen valor de <b>Compatible</b> . Se llevarán medidas de prevención para la reducción del impacto considerando las nomas: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-044-SEMARNAT-2017. Además, de apoyarse de los programas de reforestación y rescate de flora para la captación de CO <sub>2</sub> .		
FACTOR	AIRE	ATRIBUTO	EMISIONES DE RUIDO
Impacto	Emisiones de ruido.		
Agente causal:	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.		
Descripción de Impacto	Este impacto se presenta en las actividades que incluyan el uso de maquinaria y herramientas ya que estas emiten ruido lo que representa un tipo de contaminación. Además, se considera el paso del ferrocarril en la etapa de operación.		
Indicador	Numero de maquinaria, vehículos y paso del ferrocarril presentes en el área del proyecto.		
Significancia	El impacto se presenta principalmente en preparación del sitio y construcción; sin embargo, se considera el paso del ferrocarril en la etapa de operación que tiene una duración menor en el área del proyecto, por lo cual, este impacto se considera con un valor <b>Compatible</b> . Además de se registrarán los límites máximos permisibles de ruido mediante la NOM-080-SEMARNAT-1994.		

**Tabla 17. Análisis de impactos de Social/ Económico.**

FACTOR	PAISAJE	ATRIBUTO	ESTRUCTURA/ CALIDAD
<b>Impacto</b>	Generación de empleos.		
<b>Agente causal:</b>	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.		
<b>Descripción de Impacto</b>	Durante las actividades del proyecto se generarán empleos, directos e indirectos, impactando a nivel local. Se entiende como la variación de la cantidad de puestos de trabajo.		
<b>Indicador</b>	Número de empleos directos e indirectos generados.		
<b>Significancia</b>	El impacto que será ocasionado a este componente mediante la generación de empleos, representando un impacto <b>Moderado</b> .		
FACTOR	PAISAJE	ATRIBUTO	ESTRUCTURA/ CALIDAD
<b>Impacto</b>	Cambio en el uso de suelo.		
<b>Agente causal:</b>	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.		
<b>Descripción de Impacto</b>	La variación de las actividades que realizan las personas en una superficie dada, influenciadas por sus características y condiciones ambientales. La importancia del proyecto radica en el nuevo uso que se le dará al terreno, resaltando los beneficios sociales que derivan del fortalecimiento de la red ferroviaria en el occidente de México.		
<b>Indicador</b>	Beneficios sociales.		
<b>Significancia</b>	Los impactos que serán ocasionados a este componente serán mediante la variación del uso y actividades que las personas desarrollarán en el área a raíz de la realización del proyecto generando beneficios sociales, representando un impacto <b>Moderado</b> .		

**Tabla 18. Análisis de impactos de paisaje.**

FACTOR	PAISAJE	ATRIBUTO	ESTRUCTURA/ CALIDAD
<b>Impacto</b>	Cambio en la Estructura/ Calidad.		
<b>Agente causal:</b>	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.		
<b>Descripción de Impacto</b>	La calidad escénica de un sitio se ve modificada al momento de cambiar su vegetación, uso de suelo, e incorporación de actividades antrópicas, por lo que, en el área del proyecto se manifestara este impacto al remover la vegetación, con la instalación de vías férreas y la presencia del ferrocarril, modificando la perspectiva visual.		
<b>Indicador</b>	Presencia de la perspectiva visual original dentro del área del proyecto. Asimismo, la presencia de elementos antropogénicos en el Ap.		
<b>Significancia</b>	Los impactos que serán ocasionados a este componente serán mediante la eliminación de la cobertura vegetal, la instalación de las vías férreas y el paso del ferrocarril, representando un impacto <b>Moderado</b> .		

## V.4. IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales son aquellos que persisten una vez aplicadas las medidas de prevención y mitigación de un proyecto, se trata de los impactos reales que se estarán produciendo con el proyecto durante el tiempo que este se encuentre operando y una vez concluido.

Considerando que la operación del proyecto es de 50 años, la superficie ocupada por este debe permanecer libre de cobertura vegetal, lo cual provocará que el área se modifique respecto a la condición original.

Para el componente paisaje el impacto residual se presentan en la actividad de desmonte y operación del proyecto, debido a la pérdida de la cobertura vegetal original y la presencia de elementos antropogénicos durante su operación.

Tabla 19. Impactos residuales.

ETAPA DEL PROYECTO	IMPACTO RESIDUAL	FACTOR AMBIENTAL POR AFECTAR
Preparación del sitio y Operación	Modificación de la calidad visual del paisaje	Paisaje
Preparación del sitio	Eliminación de la cobertura vegetal	Flora

## V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos son todos aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.

En el área del proyecto se contempla como impacto acumulativo la infiltración, que, aunque no se presente problemas de infiltración en área del proyecto una vez ejecutado el desmonte se perderá la cobertura vegetal que favorece la infiltración en el suelo; además se realizaran varias actividades de compactación y la colocación de la capa de base hidráulica evitando la infiltración en el futuro sobre el AP.

En la siguiente figura se muestra el posible los impactos que se han generado en el área del proyecto o se generaran.

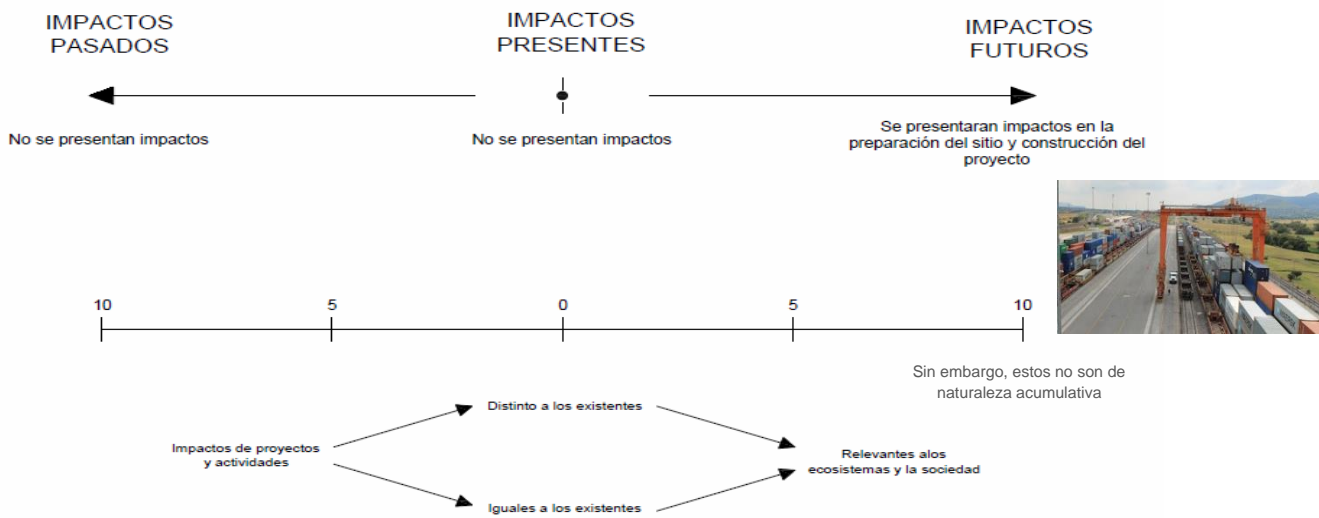


Figura 3. Visualización de los impactos acumulativos.

## V.6. CONCLUSIONES

De acuerdo con las evaluaciones que se realizaron, los factores más afectados son flora, suelo, fauna y paisaje, que cuentan con valores de impactos negativos de nivel Moderado. El paisaje se verá afectado por la total remoción de cobertura vegetal e introducción de elementos antropogénicos dentro del AP. Para el caso del factor flora se presenta impactos significativos en el desmonte, por la disminución de diversidad de especies, para lo cual se realizarán medidas de mitigación de rescate de especies florísticas. El suelo es otro de los componentes que sufrirán algunos impactos negativos de moderados, su mayor impacto se presenta en la etapa de desmonte y despalme ya que se perderá la capa superficial del suelo al momento de desmontar se reducirá la captación de agua en el subsuelo. En el caso de la erosión hidrológica y eólica se tiene un programa de conservación de suelo y agua. El factor fauna también tiene valores de moderada intensidad en impacto ambiental, solo se verá afectado en el desmonte de la vegetación, debido a la pérdida de fuentes de alimento, refugio, madrigueras y nidos, por lo tanto, se realizará el programa de ahuyentamiento y reubicación de fauna que contempla rescatar y reubicar a la fauna presente en las diferentes etapas del proyecto.

Los impactos positivos con valores de bajo a muy bajo se encuentran en el factor socioeconómico. La sociedad se verá beneficiada con la generación de empleos teniendo un aumento en el desarrollo económico de la región.

Como impactos residuales se encuentran en el componente de paisaje y flora, ya que se seguirán presentando impactos en la calidad visual del área del proyecto, además de que no se regenerara la cobertura vegetal dentro del área del proyecto.

# Capítulo VI

## CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL .....	1
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL.....	1
VI.1.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN .....	2
VI.1.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	6
VI.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS AMBIENTALES .....	11
VI.1.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA .....	11
VI.1.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA.....	12
VI.1.3.3. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN .....	13
VI.1.3.4. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA.....	14
VI.1.3.4.1. COMPONENTE SUELO.....	14
VI.1.3.4.2. COMPONENTE AGUA.....	16
VI.1.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	17
VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	22
VI.2.1. OBJETIVOS .....	22
VI.2.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
VI.2.1.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	22
VI.2.2. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN .....	23
VI.2.2.1. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS.....	23
VI.2.2.1.1. SUELO .....	24
VI.2.2.1.2. AGUA .....	25
VI.2.2.1.3. FLORA .....	26
VI.2.2.1.4. FAUNA .....	27
VI.2.2.1.5. AIRE .....	27
VI.2.2.2. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	28
VI.2.2.2.1. SUELO .....	29
VI.2.2.2.2. AGUA .....	30
VI.2.2.2.3. FLORA .....	33
VI.2.2.2.4. FAUNA .....	34
VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	35
VI.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA .....	35
VI.3.1.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN .....	35

VI.3.1.1.1. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.....	35
VI.3.1.1.2. CANTIDAD DE PLANTA .....	35
VI.3.1.1.3. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA.....	36
VI.3.1.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN.....	37
VI.3.1.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN .....	38
VI.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA.....	38
VI.3.2.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN .....	38
VI.3.2.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN.....	38
VI.3.2.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN .....	39
VI.3.3. PROGRAMA DE OBRA DE SUELO Y AGUA .....	39
VI.3.3.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN .....	39
VI.3.3.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN.....	40
VI.3.3.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN .....	40
VI.3.4. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN .....	40
VI.3.4.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN .....	40
VI.3.4.1.1. SUPERFICIE POR REFORESTAR .....	40
VI.3.4.1.2. CANTIDAD DE PLANTA.....	41
VI.3.4.1.3. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA.....	41
VI.3.4.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN.....	42
VI.3.4.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN .....	42
VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS .....	44

### INDICE DE TABLAS

TABLA 1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR POR CADA COMPONENTE AMBIENTAL.....	2
TABLA 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN A APLICAR POR CADA COMPONENTE AMBIENTAL.....	6
TABLA 3. ESPECIES CON MAYOR VALOR DE IMPORTANCIA Y ABUNDANCIA ABSOLUTA PRESENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	11
TABLA 4. LISTADO DE LOS PRINCIPALES GRUPOS FAUNÍSTICOS REGISTRADOS EN EL ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	12
TABLA 5. COMPARATIVA DE LA INFILTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	17
TABLA 6. COMPARATIVA DE LA INFILTRACIÓN DEL AGUA CON LAS OBRAS. ....	17
TABLA 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN. ....	18
TABLA 9. INDICADORES DE ÉXITO Y SEGUIMIENTO A LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EL FACTOR AGUA. ....	25
TABLA 10. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FLORA, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. ....	26
TABLA 11. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FAUNA, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. ....	27



---

TABLA 12. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE AIRE, MEDIDAS DE PREVENCIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. ....	27
TABLA 13. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE SUELO, LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO APLICABLES. ....	29
TABLA 14. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE AGUA, MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. ....	30
TABLA 15. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FLORA Y VEGETACIÓN, MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. ....	33
TABLA 16. IMPACTOS GENERADOS HACIA EL COMPONENTE FAUNA, MEDIDAS DE MITIGACIÓN APLICABLES, INDICADORES DE ÉXITO Y EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO. ....	34
TABLA 17. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A RESCATAR. ....	36
TABLA 18. CLAVES PARA DESCRIBIR LA CONDICIÓN DE LA PLANTA. ....	36
TABLA 19. INDICADORES PARA DESCRIPCIÓN DE DAÑO DE LA REFORESTACIÓN ESTABLECIDA. ....	36
TABLA 20. CLAVES PARA DESCRIBIR EL VIGOR DE LAS PLANTAS. ....	37
TABLA 21. FORMATO TIPO PARA EL REGISTRO DE INDICADORES DE ÉXITO DE LA RESTAURACIÓN. ....	37
TABLA 22. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN. ....	38
TABLA 23. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN. ....	39
TABLA 24. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE A REFORESTAR. ....	40
TABLA 25. CLAVES PARA DESCRIBIR LA CONDICIÓN DE LA PLANTA. ....	41
TABLA 26. INDICADORES PARA DESCRIPCIÓN DE DAÑO DE LA REFORESTACIÓN ESTABLECIDA. ....	41
TABLA 27. CLAVES PARA DESCRIBIR EL VIGOR DE LAS PLANTAS. ....	42
TABLA 28. FORMATO TIPO PARA EL REGISTRO DE INDICADORES DE ÉXITO DE LA RESTAURACIÓN. ....	42
TABLA 29. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN. ....	43
TABLA 30. INVERSIÓN REQUERIDA EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. ....	44
TABLA 31. COSTO TOTAL DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN. ....	45

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL

El conjunto de medidas de prevención y mitigación que se describen en el presente capítulo tienen como principal fin el de minimizar los impactos generados por el conjunto de actividades que ocasionara el "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado", en cada una de sus etapas.

En primera instancia es importante establecer las definiciones y alcances correspondientes a los conceptos de medidas preventivas y mitigatorias, las cuales se mencionan a continuación:

- **Medidas preventivas.** También denominadas protectoras, y que están definidas para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto sobre el medio ambiente.
- **Medidas mitigadoras o correctivas.** Son aquellas que se llevan a cabo para reparar o reducir los daños que son inevitables hacia el medio ambiente que se generan por las acciones del proyecto, buscando realizar las actividades necesarias sobre las causas del deterioro ambiental originado.

Ambos tipos de actividades deben ser tomadas en cuenta para ser aplicadas en el beneficio de cada uno de los componentes naturales del ecosistema en donde influirá el proyecto, tal y como lo establece el Artículo 12, fracción VI del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Con base en los impactos identificados en el capítulo V del presente documento, a continuación, se presentan las etapas de desarrollo del proyecto, así como las actividades a desarrollar dentro de cada una, identificando el componente ambiental a perturbar con el desarrollo del proyecto.

### VI.1.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

De acuerdo con los impactos identificados en el Capítulo V, que serán ocasionados por la realización del proyecto, en la siguiente tabla se presentan las medidas de prevención aplicables, así como el tiempo en que se aplicarán y la normatividad que deberá acatarse para su realización.

**Tabla 1. Medidas de prevención a aplicar por cada componente ambiental.**

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	PERIODO DE APLICACIÓN	NORMATIVIDAD APLICABLE
BIÓTICO	FLORA	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas).</li> <li>*Se prohibirá la extracción de especies florísticas.</li> <li>*Concientización del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora.</li> <li>*Aplicación correcta del derribo direccional de árboles.</li> <li>*Todo el personal que labore en la obra deberá recibir y acatar indicaciones de no cortar, colectar o dañar algún ejemplar fuera del área autorizada.</li> <li>*Se deberán de rescatar todas las especies susceptibles.</li> </ul>	Antes y durante el desmante	NOM-059-SEMARNAT-2010: especifica las especies con algún estatus de protección; en peligro de extinción (P), Amenazadas (A), sujetas a protección especial (Pr).  NOM-061-SEMARNAT-1994: Especificaciones de las técnicas de derribo de árboles.
		Disminución de la cobertura Vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*El desmante se deberá realizarse de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta.</li> <li>*Queda prohibido considerar para la reforestación con especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales.</li> </ul>	Durante el desmante.	NOM-061-SEMARNAT-1994: Especificaciones de las técnicas de derribo de árboles.

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	PERIODO DE APLICACIÓN	NORMATIVIDAD APLICABLE
	FAUNA	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.  Reducción del Hábitat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Ahuyentamiento de las especies a zonas aledañas.</li> <li>*Reubicación de nidos y desalojo de madrigueras.</li> <li>*Se prohibirá la extracción ilegal de especies faunísticas.</li> <li>*Concientización del personal de trabajo.</li> <li>*Respetar los límites del área del proyecto.</li> <li>*Estará prohibido afectar cualquier zona de refugio de fauna (madrigueras, nidos, etc.).</li> <li>*El promovente establecerá reglamentos internos que eviten cualquier afectación sobre la fauna.</li> </ul>	Durante la preparación del sitio y construcción.	NOM-059-SEMARNAT-2010: especifica las especies con algún estatus de protección; en peligro de extinción (P), Amenazadas (A), sujetas a protección especial (Pr).

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	PERIODO DE APLICACIÓN	NORMATIVIDAD APLICABLE
ABIÓTICO	AIRE	Disminución de la calidad del aire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria.</li> <li>*Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo.</li> <li>*El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.</li> <li>*La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h.</li> </ul>	Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras (pm10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (pm10) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	PERIODO DE APLICACIÓN	NORMATIVIDAD APLICABLE
			<p>*La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades.</p> <p>*Emisiones de gases con estricto apego a la normatividad ambiental.</p>		<p>NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-041-SEMARNAT-2015: Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes de los vehículos automotores que usan gasolina como combustible.</p> <p>NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.</p> <p>NORMA Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.</p> <p>NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-SEMARNAT-2015: Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>
		Emisiones de ruido	*Se respetará los límites máximos permisibles de emisiones de ruido.		NOM-081-SEMARNAT-1994: especificaciones de límite máximo permisible de ruido para un horario de 6 a 22 hrs.
	SUELO	Perdida de suelo	*Los residuos vegetales generados durante las acciones de preparación del sitio se utilizarán en el área de compensación (obras de conservación de suelo) y para proteger el suelo fértil rescatado.	Durante la preparación del sitio.	NOM-052-SEMARNAT-2005: especificaciones por contaminación de suelo y agua por derrame de combustibles y residuos sólidos.

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	PERIODO DE APLICACIÓN	NORMATIVIDAD APLICABLE
		Cambio de características físico químicas (calidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego ni de agroquímicos.</li> <li>*Toda la maquinaria y equipo a utilizar estará en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles.</li> <li>*Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas, las cuales deberán tener piso de concreto, fosa separadora de grasas y aceites, y fosa de recuperación.</li> <li>*Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos.</li> <li>*Colocación de contenedores rotulados de residuos sólidos.</li> <li>*En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículos o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames.</li> </ul>	Durante la preparación del sitio, la construcción, la operación y mantenimiento del proyecto.	NOM-052-SEMARNAT-2005: especificaciones por contaminación de suelo y agua por derrame de combustibles y residuos sólidos.
	AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Quedará prohibido el vertido de cualquier residuo contaminante en los cuerpos de agua cercanos al proyecto.</li> <li>*Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua.</li> </ul>			
	PAISAJE	Cambio en la Estructura/ Calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas).</li> </ul>		



## VI.1.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación consisten en la implementación o aplicación de cualquier acción tendiente a eliminar los impactos ocasionados por la realización del cambio de uso de suelo, por lo que se aplicaran las medidas de mitigación necesarias para los impactos ocasionados en los diferentes componentes ambientales.

**Tabla 2. Medidas de mitigación a aplicar por cada componente ambiental.**

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACION	DESCRIPCION	BENEFICIOS ADICIONALES	MOMENTO DE APLICACION
BIÓTICO	FLORA	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	Rescate y reubicación de flora silvestre.	*Se rescatarán y reubicarán 2,794 individuos de especies por medio de trasplante y por medio de semilla 14 kg. *Se considera el rescate por medio de trasplante, de las especies: <i>Acacia cymbispina: 44</i> <i>Acacia hindsii: 44</i> <i>Cordia seleriana: 278</i> <i>Crateva tapia: 1618</i> <i>Guazuma ulmifolia: 44</i> <i>Pithecellobium dulce: 122</i> <i>Lantana hiita: 644</i>  *Se considera el rescate por medio de semilla, de las especies: <i>Ficus pertusa: 2kg</i> <i>Pithecellobium dulce: 2kg</i> <i>Sapium lateriflorum: 10 kg</i>  *Las especies se reubicarán en el área de compensación.	Se rescatará la diversidad conservando las especies de mayor valor de importancia.	Antes y durante el desmonte y despalme
		Disminución de la cobertura Vegetal.	Reforestación.	*Se reforestará una superficie de 10 ha con 10,680 individuos de las especies: <i>Ficus pertusa: 340</i> <i>Giltricia sepium: 2,000</i> <i>Guazuma ulmifolia: 3,000</i> <i>Pithecellobium dulce: 3,000</i> <i>Tabebuia rosea: 2,000</i> <i>Sapium lateriflorum: 340</i>  Y los 2,794 individuos de especies por medio de trasplante, de las especies:	Proveerá mayor protección al suelo contra los procesos erosivos.	Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACION	DESCRIPCION	BENEFICIOS ADICIONALES	MOMENTO DE APLICACION
				<i>Acacia cymbispina: 44</i> <i>Acacia hindsii: 44</i> <i>Cordia seleriana: 278</i> <i>Crateva tapia: 1618</i> <i>Guazuma ulmifolia: 44</i> <i>Pithecellobium dulce: 122</i> <i>Lantana hirta: 644 (la cual se plantará entre las otras especies).</i>	<p>Aumentará la infiltración del agua y la reducción del escurrimiento superficial.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p>	
	FAUNA	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	Rescate y reubicación de fauna silvestre.	<p>*Se rescatarán las ejemplares que puedan encontrarse en el área del proyecto al momento de la realización del proyecto.</p> <p>*Se rescatarán-reubicarán nidos y se desalojarán madrigueras que puedan encontrarse en el área del proyecto.</p> <p>*Se ahuyentarán todas las especies presentes durante la realización del proyecto.</p>	<p>Se evitarán posibles afectaciones a la composición de las cadenas tróficas del presente ecosistema.</p>	<p>Antes y durante el desmonte y despalme.</p> <p>Durante la construcción de la obra.</p>
ABIÓTICO	SUELO	Pérdida de suelo.	Restauración del sitio del proyecto y del predio de compensación adicional	<p>*Se tiene una superficie destinada de 10.0 ha para obras de reforestación (1,283 plantas/ha contado también a las plantas de rescate), terrazas individuales (para cada planta reforestada, y arbórea reubicada) y acomodo del material vegetal producto del desmonte (900 metros por hectárea).</p> <p>En el año 5 de la restauración, permite contar con niveles menores de erosión a los que se tiene actualmente sin proyecto, por lo que, no se tiene un volumen de suelo de pérdida acumulativo.</p>	<p>Se promoverá la captación de suelo orgánico, permitiendo la revegetación.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p> <p>Aumentará la infiltración del agua y la reducción del escurrimiento superficial.</p>	<p>Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.</p>

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACION	DESCRIPCION	BENEFICIOS ADICIONALES	MOMENTO DE APLICACION
			Retiro y acopio temporal de la capa de suelo fértil	Retiro, almacenamiento y reutilización de la capa fértil del suelo.	Se evita la pérdida del suelo del área del proyecto, su posible banco de semillas, nutrientes y microorganismos.	Inmediatamente después del desmonte, se almacena en un sitio ex profeso para su conservación y reutilización posteriormente.
			Obras de conservación de suelo y agua temporales	Se construirán 270 zanjas trincheras de 3m x 0.4m x 0.4m en una superficie de 2.69 dentro del área del proyecto, las cuales se consideran una medida que mitiga parcialmente los niveles de erosión a generar por la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica + eólica con el desmonte.	Se promoverá la captación de suelo orgánico, permitiendo la revegetación.	Después del desmonte.
			Colector de drenaje pluvial.	Se propone la construcción de 4,000 metros lineales para el desarrollo de colectores pluviales en el sitio del proyecto, con el objetivo de conducir adecuadamente los escurrimientos pluviales en área del proyecto, y retener el arrastre de sedimentos fuera del área del proyecto.	Las aguas pluviales captadas en las zonas libres de derrames serán canalizadas hacia el sistema de drenaje pluvial que incluirá una serie de fosas de sedimentación, lo cual reducirá la acción del agua como agente erosivo en la zona del proyecto	Durante la etapa de construcción.
AGUA	Disminución en la infiltración.	Obras de conservación de suelo y agua temporales	Obras de conservación de suelo y agua temporales	Se construirán 270 zanjas trincheras de 3m x 0.4m x 0.4m en una superficie de 2.69 dentro del área del proyecto. Con una capacidad de infiltración de 7,893 m3, para la determinación de este dato se realizó un análisis considerando la tasa de infiltración por grupo hidrológico, considerando un suelo A	Permitirá almacenar mayor humedad del suelo.	Después del desmonte.

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACION	DESCRIPCION	BENEFICIOS ADICIONALES	MOMENTO DE APLICACION																																								
			Programa de reforestación como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración	<p>Con base en los trabajos de restauración en las 10.0 hectáreas (área de compensación), se consideró la modificación de la cobertura del suelo considerando un lapso de 5 años de análisis sobre el área reforestación considerando el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, modificando las variables de Intercepción, evapotranspiración y escurrimiento de la ecuación:</p> <p>Infiltración = P – (Int + Ev + E)</p> <p align="center"><b>Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>INFILTRACIÓN ACTUAL M<sup>3</sup>/AÑO</th> <th>INFILTRACIÓN CON EL DESMONTE M<sup>3</sup>/AÑO</th> <th>INFILTRACIÓN CON RESTAURACIÓN M<sup>3</sup>/AÑO</th> <th>SALDO M<sup>3</sup>/AÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Año de remoción de vegetación</td> <td>14,146</td> <td>8,110</td> <td></td> <td>-6,037</td> </tr> <tr> <td>Condiciones naturales del área de compensación.</td> <td></td> <td></td> <td>7,406</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Año 1</td> <td></td> <td></td> <td>6,744</td> <td>-661</td> </tr> <tr> <td>Año 2</td> <td></td> <td></td> <td>7,041</td> <td>-365</td> </tr> <tr> <td>Año 3</td> <td></td> <td></td> <td>6,676</td> <td>-729</td> </tr> <tr> <td>Año 4</td> <td></td> <td></td> <td>9,185</td> <td>1,779</td> </tr> <tr> <td>Año 5</td> <td></td> <td></td> <td>13,609</td> <td>6,204</td> </tr> </tbody> </table> <p>De acuerdo con los resultados obtenidos con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se disminuye la capacidad de infiltración en 6,037 m<sup>3</sup>/año, sin embargo, con la medida de mitigación a través de la reforestación del predio de compensación adicional en el año 5 la infiltración perdida se recupera (incremento de 6,204 m<sup>3</sup>/año), e inclusive es mayor por 167 m<sup>3</sup>/año lo que para los años siguientes se continua la tendencia de una mayor captación de agua.</p>	AÑO	INFILTRACIÓN ACTUAL M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON EL DESMONTE M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON RESTAURACIÓN M <sup>3</sup> /AÑO	SALDO M <sup>3</sup> /AÑO	Año de remoción de vegetación	14,146	8,110		-6,037	Condiciones naturales del área de compensación.			7,406	0	Año 1			6,744	-661	Año 2			7,041	-365	Año 3			6,676	-729	Año 4			9,185	1,779	Año 5			13,609	6,204	<p>Proveerá mayor protección al suelo contra los procesos erosivos.</p> <p>Propiciará de fuentes de refugio y alimento para la fauna silvestre.</p>	<p>Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.</p>
AÑO	INFILTRACIÓN ACTUAL M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON EL DESMONTE M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON RESTAURACIÓN M <sup>3</sup> /AÑO	SALDO M <sup>3</sup> /AÑO																																										
Año de remoción de vegetación	14,146	8,110		-6,037																																										
Condiciones naturales del área de compensación.			7,406	0																																										
Año 1			6,744	-661																																										
Año 2			7,041	-365																																										
Año 3			6,676	-729																																										
Año 4			9,185	1,779																																										
Año 5			13,609	6,204																																										

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACION	DESCRIPCION	BENEFICIOS ADICIONALES	MOMENTO DE APLICACION
			Terrazas Individuales como medida de mitigación para recuperar los niveles de infiltración	Se construirán 12,830 terrazas individuales de 1m de diámetro x 0.2m de profundidad en el área de compensación (mismas que se consideraron para el factor suelo). Las cuales tendrán una infiltración real de 12,323 m <sup>3</sup> /año.	Permitirá almacenar mayor humedad del suelo.	Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

### VI.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS AMBIENTALES

#### VI.1.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

La implementación de este programa supone la mitigación en la afectación de la diversidad y riqueza de especies. El área de reubicación de especies se realizará en un área de compensación.

Con base en los resultados obtenidos en el apartado IV del presente estudio respecto a la flora en el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto, se realizó una selección de las especies a rescatar, para lo cual se consideraron los siguientes criterios;

1. Mayor abundancia absoluta de especies en el área del proyecto respecto al Sistema Ambiental Regional
2. Especies con mayor valor de importancia de especies en el área del proyecto respecto al Sistema Ambiental Regional.

Es importante mencionar que no se tuvo registro de especies bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNART. A continuación, se presenta la tabla que contiene la cantidad total de especies que se van a rescatar; dicho valor es de 2,794 individuos distribuidos en 7 especies. Así mismo, se pretende rescatar 3 especies mediante el rescate por germoplasma.

**Tabla 3. Especies con mayor valor de importancia y abundancia absoluta presentes en el área del proyecto.**

ESPECIE	CRITERIO DE SELECCIÓN	INDIVIDUOS POR RESCATAR	CANTIDAD DE SEMILLA (kg)	MÉTODO DE RESCATE
<i>Acacia cymbispina</i>	Valor de importancia	44		Trasplante
<i>Acacia hindsii</i>	Valor de importancia	44		Trasplante
<i>Cordia seleriana</i>	Valor de importancia	278		Trasplante
<i>Crateva tapia</i>	Valor de importancia	1,618		Trasplante
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Valor de importancia	44		Trasplante
<i>Pithecellobium dulce</i>	Valor de importancia	122		Trasplante
<i>Lantana hirta</i>	Abundancia absoluta	644		Trasplante
<i>Ficus pertusa</i>	Abundancia absoluta		2	Rescate por germoplasma
<i>Pithecellobium dulce</i>	Abundancia absoluta		2	Rescate por germoplasma
<i>Sapium lateriflorum</i>	Abundancia absoluta		10	Rescate por germoplasma
<b>TOTAL</b>		<b>2,794</b>	<b>14</b>	

Las actividades de rescate, manejo, reubicación y trasplante se harán previa y durante la ejecución de las actividades de desmonte, de manera que se rescaten todos los individuos considerados. A manera de asegurar el éxito de la reubicación, los sitios donde se reubicarán los ejemplares serán similares a los del sitio de extracción, por lo que esta actividad será en un área de compensación. Las actividades correspondientes a este programa se describen y desarrollan detalladamente en el ANEXO B.



### VI.1.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Debido a la movilidad de los ejemplares de la fauna resulta difícil cuantificar el número de individuos que pudieran verse afectados, sin embargo, con los datos obtenidos del muestreo de la fauna en el área del proyecto, es posible un número aproximado de cuantas especies se tienen que rescatar.

En este sentido en la siguiente tabla se presentan los grupos faunísticos registrados en el área del proyecto, así como el número de individuos contabilizados, esto con la finalidad de estimar el número de ejemplares de fauna que deben ser rescatados.

**Tabla 4. Listado de los principales grupos faunísticos registrados en el área de cambio de uso de suelo.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS
<b>REPTILES-HERPETOFAUNA</b>		
<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	5
<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	14
* <i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	13
* <i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	1
<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	4
<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	7
<b>AVES-ORNITOFAUNA</b>		
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	2
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	5
<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	4
<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	4
<i>Columbiga inca</i>	Tortolita Cola Larga	23
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	5
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	9
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	2
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	2
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	5
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	6
<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	4
<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	2
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	13
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	3
<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	5
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	10
<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	5
<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	7
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	6
<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibíu	4
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3
<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma Alas Blancas	11
<i>Zenaidura macroura</i>	Huilota Común	14
<b>MAMIFEROS-MASTOFAUNA</b>		
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	11
<i>Dasyurus novemcinctus</i>	Armadillo	1
<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	2
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	5
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	8

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIVIDUOS
<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	4
<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	2
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3

\*Especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en área del proyecto.

Cabe mencionar que durante los muestreos realizados se detectaron 2 especies consideradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (*Aspidoscelis lineattissimus* y *Ctenosaura pectinata*), mientras que en el sistema ambiental regional se detectaron 6 especies y se tienen probabilidad de desplazarse sitios aledaños al polígono del área del proyecto.

En este sentido, se propone realizar actividades de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna los cuales se mencionan a detalle en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna "ANEXO C".

La aplicación del programa contempla el rescate de todos los ejemplares que sean encontrados durante las actividades de desmonte, por lo que todas las especies con distribución dentro del área de remoción de vegetación y en el sistema ambiental regional son potencialmente susceptibles de ser rescatadas y reubicadas.

Una vez obtenida la autorización de la presente Manifestación Ambiental de Modalidad Regional y previo a las actividades de desmonte (una vez que se tengan las autorizaciones correspondientes), se realizará un estudio prospectivo para determinar con mayor exactitud el número de individuos que van a ser rescatados.

Debido al grado de dificultad que implica capturar ciertas especies como las aves y los roedores, se propone realizar como actividad complementaria, el ahuyentamiento para que las especies de fauna abandonen el área del proyecto por sí solas.

Todos los individuos rescatados (capturados) serán reubicados fuera de la remoción de vegetación, a una distancia que asegure la mínima probabilidad de su retorno al área del proyecto; se dará preferencia a zonas que presenten condiciones naturales similares a las del sitio de rescate.

Cabe mencionar que la ejecución del proyecto no tiene el fin de aprovechar, cazar o capturar las especies, y en este sentido se implementarán las actividades antes mencionadas con la finalidad de evitar cualquier afectación de la fauna silvestre.

### VI.1.3.3. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN

Para mitigar el impacto negativo que ocasionará la ejecución del proyecto sobre el componente de vegetación enfocado a la pérdida de cobertura vegetal, será necesario realizar actividades de reforestación utilizando las especies de mayor valor de importancia ecológica, es decir, especies nativas y que sean representativas del ecosistema que se verá afectado.

Esta actividad se realizará en una superficie de 10 hectáreas, las especies a utilizar serán *Ficus pertusa*, *Pithecellobium dulce*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea* y *Sapium lateriflorum*. Se contempla un sistema de plantación mediante la técnica de tres bolillo con un distanciamiento de plantación de 3 metros y una densidad de 1,283 plantas por hectárea.

Tabla 5. Número de individuos por especie a reforestar.

ESPECIE	INDIVIDUOS A REFORESTAR
<i>Ficus pertusa</i>	340
<i>Gliricidia sepium</i>	2,000
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,000
<i>Pithecellobium dulce</i>	3,000
<i>Tabebuia rosea</i>	2,000
<i>Sapium lateriflorum</i>	340

\*Nota: las especies en negritas son las que se rescataran por medio de semilla.

En el ANEXO D "Programa de reforestación", se describe a detalle el procedimiento para llevar a cabo la reforestación, incluyendo las actividades de mantenimiento y seguimiento.

#### VI.1.3.4. PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA

Con la ejecución de las actividades de conservación y restauración de suelo y agua se mitigará el impacto negativo que generará la ejecución del proyecto sobre estos componentes ambientales suelo y agua.

##### VI.1.3.4.1. Componente suelo

El suelo es uno de los componentes ambientales que se ven más afectados al realizar el proyecto, ya que, al eliminar la cobertura vegetal, la capa superficial del suelo queda expuesta al viento y el agua, provocando el desprendimiento de partículas, lo que da como resultado la erosión.

Para conocer el efecto que implica la ejecución del proyecto, en el capítulo IV del presente estudio se realizó un análisis comparativo entre escenarios sobre la pérdida de suelo, el primero presenta los valores actuales de la erosión sin la remoción de vegetación, el segundo una vez realizada la remoción y finalmente se presentan los resultados comparativos en ambos escenarios.

A continuación, se presentan los datos obtenidos por cada escenario, con la erosión de suelo a mitigar se determinó la cantidad de obra y superficie destinada para la conservación y restauración de suelo.

**Escenario 1:** Erosión hídrica y eólica en el área del proyecto en condiciones actuales.

**Tabla 6. Erosión hídrica y eólica actual en el área del proyecto.**

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN HÍDRICA (ton/año)	EROSIÓN EÓLICA (ton/año)	VOLUMEN TOTAL (ton/año)
Selva Baja Caducifolia (SBC)	8.7004	7.57	34.80	42.37
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>7.57</b>	<b>34.80</b>	<b>42.37</b>

**Escenario 2:** Erosión hídrica y eólica una vez realizada la remoción de vegetación.

**Tabla 7. Erosión hídrica y eólica una vez realizado la remoción de vegetación.**

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN HÍDRICA (ton/año)	EROSIÓN EÓLICA (ton/año)	VOLUMEN TOTAL (ton/año)
Sin vegetación (ejecución del proyecto)	8.7004	107.62	396.56	504.19
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>107.62</b>	<b>396.56</b>	<b>504.19</b>

**Comparativa:** Diferencia de erosión generado en la remoción de vegetación.

**Tabla 8. Comparativa de la erosión hídrica y eólica con proyecto y sin proyecto.**

EROSIÓN A MITIGAR				
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN EN CONDICIONES ACTUAES	DESPUES DEL PROYECTO	VOLUMEN TOTAL A MITIGAR (ton/año)
SBC/Sin vegetación	8.7004	42.37	504.9	<b>461.82</b>

Tomando en cuenta que se desea mitigar 461.82 ton/año de suelo, que se pierden por efecto de la remoción de la vegetación, se propone la realización de 270 zanjas trinchera y 9,000 metros lineales de barreras de material vegetal producto del desmonte (barreras sedimentadoras), así como una reforestación con lo se logrará mitigar la pérdida de suelo en el año 5 una vez ejecutado el proyecto.

Con esta cantidad de obras no solamente se mitigará el impacto causado por la remoción de la vegetación, sino que se retendrá una cantidad mayor de suelo de tal manera que la cantidad que se erosionaría una vez implementadas las obras de conservación de suelo y la reforestación sería menor a la que se da en condiciones actuales, en este sentido por su parte las medidas de mitigación que se plantearon para retener la misma cantidad de suelo a partir del año 5 después de haber ejecutado el proyecto y, de esta manera, generar un beneficio ambiental mayor para la zona.

**Tabla 9. Comparativa de la erosión en condiciones actuales, con proyecto y con medidas de mitigación.**

TIPO DE EROSIÓN	ESCENARIO 1 ACTUAL (TON/AÑO)	ESCENARIO 2 CON PROYECTO (TON/AÑO)	ESCENARIO 3 EROSIÓN CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN (TON/AÑO)				
			AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Erosión hídrica	7.57	107.62	1,105.6	393.8	84.9	26.9	6.2
Erosión eólica	34.8	396.56	102.3	58.5	36.5	14.6	7.3
<b>Total</b>	<b>42.37</b>	<b>504.18</b>	<b>1,207.9</b>	<b>452.3</b>	<b>121.4</b>	<b>41.5</b>	<b>13.5</b>

Al realizar el comparativo entre la cantidad de suelo que se perdería por la construcción del proyecto y el que sería retenido con las obras propuestas se puede observar un balance positivo, con lo que se

asevera que la realización del proyecto no provocará mayor erosión a la que actualmente se presenta en el área de manera natural.

La descripción técnica de las obras, ubicación, diseño y cantidad a establecer se describe a detalle en el Programa conservación de suelo y agua (ANEXO E).

#### VI.1.3.4.2. Componente agua

Actualmente el área de cambio de uso de suelo se encuentra cubierta por vegetación; principalmente especies arbóreas, dicha cobertura vegetal favorece en buena medida el proceso de infiltración; eliminar la cubierta vegetal implica la disminución de la captación de agua al mismo tiempo que se incrementa la generación de escurrimientos superficiales.

Para mitigar el impacto ocasionado se establecerán obras de captación de agua, favoreciendo el aumento de la infiltración y disminuyendo la pérdida de agua por escurrimiento superficial; por otra parte, al retener suelo, cuesta arriba se inicia la revegetación principalmente de especies herbáceas, las cuales, establecen por lo general una cobertura de hasta el 100 %, incrementando así, la capacidad de infiltración.

A continuación, se presentan los valores de la cantidad de agua que se infiltra, estimado bajo dos escenarios: en condiciones actuales, una vez realizado la remoción de vegetación y la diferencia en ambos escenarios. Los datos fueron retomados del capítulo IV del presente estudio.

#### Escenario 1. Infiltración en condiciones actuales.

Tabla 10. Infiltración en condiciones actuales en el área del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA (ha)	INFILTRACIÓN (m <sup>3</sup> /año)
Selva Baja Caducifolia	8.7004	14,146
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>14,146</b>

#### Escenario 2. Cantidad de agua infiltrada después de realizado la remoción de vegetación.

Tabla 11. Infiltración una vez realizada la remoción de vegetación.

TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA (ha)	INFILTRACIÓN (m <sup>3</sup> /año)
Sin vegetación	8.7004	8,110
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>8,110</b>

#### Comparativa. Valores de infiltración antes y después de realizar la remoción de vegetación

Con los datos presentados en ambos escenarios, se estimó la diferencia generada con la remoción de la vegetación, con lo que se estima que se dejará de infiltrar 6,037 m<sup>3</sup>.

**Tabla 5. Comparativa de la infiltración antes y después de la remoción de la vegetación.**

TIPO DE VEGETACIÓN	AGUA QUE SE INFILTRA EN EL ÁREA DEL PROYECTO (m <sup>3</sup> /año)		
	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	VOLUMEN A MITIGAR
Selva Baja Caducifolia/Sin Vegetación	14,146	8,110	6,037
<b>Total</b>	<b>14,146</b>	<b>8,110</b>	<b>6,037</b>

En la tabla se puede apreciar que la cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales es de 14,146 m<sup>3</sup>, mientras que, una vez eliminada la cobertura vegetal, la cantidad de agua infiltrada es de 8,110 m<sup>3</sup> aproximadamente; de ahí la importancia de aplicar medidas que compensen esta pérdida.

Por lo anterior y para mitigar el impacto causado por la realización del proyecto sobre la infiltración, se propone realizar 270 zanjas trinchera con dimensión de 0.4 m de altura, 0.4 m de base y 3 m de ancho logrando captar un total de 7,893 m<sup>3</sup> de agua. Así mismo, se propone una reforestación y la implementación de 12,830 terrazas individuales con lo se logrará mitigar la disminución de la infiltración a partir del año 5 después de haber ejecutado el proyecto.

**Tabla 6. Comparativa de la infiltración del agua con las obras.**

AÑO DE ANÁLISIS	DISMINUCIÓN DE INFILTRACIÓN	GANANCIA DE INFILTRACIÓN ZANJAS TRINCHERAS	GANANCIA DE INFILTRACIÓN TERRAZAS INDIVIDUALES	GANANCIA DE INFILTRACIÓN REFORESTACIÓN	BALANCE GLOBAL
Año de CUSTF	-6,037	0	0	0	-6,037
Año 1	-6,037	7,893	12,323	-661	13,518
Año 2	-6,037	7,893	12,323	-365	13,814
Año 3	-6,037	7,893	12,323	-729	13,450
Año 4	-6,037	7,893	12,323	1,779	15,958
Año 5	-6,037	7,893	12,323	6,204	20,383

La cantidad de agua que captará la reforestación y con las obras es superior a la que deja de infiltrarse con la realización del proyecto, que se obtuvo al comparar la cantidad de agua que se infiltra en condiciones actuales y la que se infiltrará una vez realizada la remoción de vegetación forestal o el cambio de usos de suelo (desmonte), obteniendo una disminución de 6,037 m<sup>3</sup>. Con lo que se asegura que las obras son suficientes para mitigar el impacto en la disminución de la infiltración.

#### VI.1.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

En la siguiente tabla se presenta el cronograma de actividades para implementar las medidas de prevención y mitigación de impactos. En las actividades previas de preparación del sitio un periodo de 3 meses y la construcción del proyecto se realizará en 23 meses. La operación del proyecto tendrá un periodo de 50 años (pudiéndose alargar indefinidamente).



**Tabla 7. Cronograma de actividades para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación.**

ACTIVIDADES				AÑO 1-2								AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8..		
				MESES															
GENERALES				-1	1	2	3	4	5	6	7	8..24							
Preparación del sitio																			
Construcción																			
Operación y mantenimiento																			
MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN/MITIGACIÓN																
BIÓTICO	FLORA	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	*Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas).																
			*Se prohibirá la extracción de especies florísticas.																
			*Concientización del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora.																
			*Aplicación correcta del derribo direccional de árboles.																
			*Todo el personal que labore en la obra deberá recibir y acatar indicaciones de no cortar, coleccionar o dañar algún ejemplar fuera del área autorizada.																
			*Se deberán de rescatar todas las especies florísticas susceptibles.																
	FAUNA	Disminución de la cobertura Vegetal.	Disminución de la cobertura Vegetal.	* El desmonte se deberá realizarse de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta.															
				*Queda prohibido considerar para la reforestación con especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales.															
				*Ahuyentamiento de las especies a zonas aledañas.															
				*Reubicación de nidos y desalojo de madrigueras.															
FAUNA	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	*Se prohibirá la extracción ilegal de especies faunísticas.																
			*Concientización del personal de trabajo.																

ACTIVIDADES				AÑO 1-2								AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8..		
				MESES															
GENERALES				-1	1	2	3	4	5	6	7	8..24							
Preparación del sitio																			
Construcción																			
Operación y mantenimiento																			
MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN/MITIGACIÓN																
		Reducción del Hábitat.	*Respetar los límites del área del proyecto. *Estará prohibido afectar cualquier zona de refugio de fauna (madrigueras, nidos, etc.). *El promovente establecerá reglamentos internos que eviten cualquier afectación sobre la fauna.																
ABIÓTICO	AIRE	Disminución de la calidad del aire.	*De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria.																
			*Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo.																
			*El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.																
			*La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h.																
			*La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades.																
	*Emisiones de gases con estricto apego a la normatividad ambiental.																		
		Emisiones de ruido	*Se respetará los límites máximos permisibles de emisiones de ruido.																
	SUELO	Perdida de suelo.	*Los residuos vegetales generados durante las acciones de preparación del sitio se utilizarán en el área de compensación (obras de conservación de suelo) y para proteger el suelo fértil rescatado.																

ACTIVIDADES				AÑO 1-2								AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8..			
				MESES																
GENERALES				-1	1	2	3	4	5	6	7	8..24								
Preparación del sitio																				
Construcción																				
Operación y mantenimiento																				
MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN/MITIGACIÓN																	
		Cambio de características físico químicas (calidad)	*Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego ni de agroquímicos.																	
			*Toda la maquinaria y equipo a utilizar estará en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles.																	
			*Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas, las cuales deberán tener piso de concreto, fosa separadora de grasas y aceites, y fosa de recuperación.																	
			*Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos.																	
			*Colocación de contenedores rotulados de residuos sólidos.																	
			*En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículos o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames.																	
AGUA	Disminución de la calidad del agua.		*Quedará prohibido el vertido de cualquier residuo contaminante en los cuerpos de agua cercanos al proyecto.																	
			*Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua.																	
PAISAJE	Cambio en la Estructura/ Calidad.		* Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas).																	
BIÓTICO	FLORA	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	Rescate y reubicación de flora silvestre.																	

ACTIVIDADES				AÑO 1-2								AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8..		
				MESES															
GENERALES				-1	1	2	3	4	5	6	7	8..24							
Preparación del sitio																			
Construcción																			
Operación y mantenimiento																			
MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN/MITIGACIÓN																
	FAUNA	Disminución de la cobertura Vegetal.	Reforestación.																
		Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	Rescate y reubicación de fauna silvestre.																
ABIÓTICO	SUELO	Pérdida de suelo.	Restauración del sitio del proyecto y del predio de compensación adicional																
			Retiro y acopio temporal de la capa de suelo fértil																
			Obras de conservación de suelo y agua temporales																
			Colector de drenaje pluvial.																
	AGUA	Disminución en la infiltración.	Obras de conservación de suelo y agua temporales																
			Programa de reforestación como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración																
		Terrazas Individuales como medida de mitigación para recuperar los niveles de infiltración																	
SUPERVISIÓN DE LAS MEDIDAS Y SEGUIMIENTO A LOS PROGRAMAS																			

## VI.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de manejo ambiental es un instrumento de gestión que tiene como función básica establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el estudio de impacto ambiental, en el que se incluye la acción u obra de mitigación, en el que se señala los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, establecidos en los procedimientos (SEMARNAT, 2002).

Según Marcus, 1979, la elaboración de un programa, además de garantizar el cumplimiento de las medidas ayuda a cubrir los siguientes puntos;

- Prevenir los impactos negativos inesperados o súbitos cambios en las tendencias de los impactos.
- Proporcionar un aviso inmediato cuando un indicador de impacto preseleccionado se acerca a un nivel crítico predeterminado.
- Proporcionar información que puede ser utilizada para el control del tiempo de ocurrencia, localización y nivel de impactos de un proyecto.
- Proporcionar información que puede utilizarse para valorar la eficacia de las medidas correctoras aplicadas y verificar los impactos previstos y, por tanto, validar las técnicas de predicción de estos.

### VI.2.1. OBJETIVOS

#### *VI.2.1.1. Objetivo general*

Presentar las medidas de prevención y mitigación aplicable de los impactos ambientales identificados en la manifestación de impacto ambiental y dar seguimiento mediante la medición de indicadores de éxito determinados, y así dar cumplimiento de las actividades establecidas.

#### *VI.2.1.2. Objetivos particulares*

- Presentar las medidas preventivas y de mitigación para cada uno de los impactos identificados por componente ambiental y etapa del proyecto.
- Presentar los indicadores de éxito establecidos en cada medida preventiva y de mitigación propuesta por componente ambiental y actividad del proyecto.
- Presentar los requerimientos e información a integrar, para mostrar cumplimiento de las actividades.

## VI.2.2. INDICADORES PARA MEDIR EL ÉXITO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

### *VI.2.2.1. Indicadores para medir el éxito de las medidas preventivas*

Con base en la identificación y evaluación de impactos ambientales que se producirán en cada una de las etapas del proyecto, en las siguientes tablas se describen cada una de las medidas de prevención para cada uno de los componentes ambientales de acuerdo con el impacto a generarse, así como los indicadores de éxito y evidencias de cumplimiento.

CONSULTA PÚBLICA



### VI.2.2.1.1. Suelo

**Tabla 8. Indicadores de éxito y seguimiento a las medidas de prevención en el factor suelo.**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante		*Durante las labores de desmante no se permitirá el uso de fuego ni de agroquímicos.	Durante la preparación del sitio	-Nula contaminación por residuos líquidos y sólidos.	-Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas.  -Registro de capacitación a los empleados para el buen manejo de residuos.  -Memoria fotográfica.
Preparación del sitio y Construcción	Uso de maquinaria	Cambio de características físico químicas (calidad)	*Toda la maquinaria y equipo a utilizar estará en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles. *Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas, las cuales deberán tener piso de concreto, fosa separadora de grasas y aceites, y fosa de recuperación. *Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. *Colocación de contenedores rotulados de residuos sólidos. *En caso de una situación de emergencia que requiera la reparación de un vehículos o maquinaria en el área de trabajo, se tomarán las medidas necesarias para evitar contaminar el suelo como la utilización de un kit antiderrames.	Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto	-Nula contaminación por residuos líquidos y sólidos.  -Niveles permisibles de acuerdo a la normatividad aplicables.	-Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas.  -Registro de capacitación a los empleados para el buen manejo de residuos.  -Memoria fotografía de la disposición de almacenamiento de la clasificación de los residuos sólidos.
Preparación del sitio	Desmante	Perdida de suelo.	*Los residuos vegetales generados durante las acciones de preparación del sitio se utilizarán en el área de compensación (obras de conservación de suelo) y para proteger el suelo fértil rescatado.	Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto	- Que el suelo (capa fértil) rescatado durante las acciones de preparación del sitio, este cubierto con los residuos vegetales generados por el desmante, a manera de mulch. *Elaboración de 9000 metros lineales de barreras de material vegetal muerto, en el área de compensación.	-Bitácoras de actividades relacionadas con las medidas.  -Memoria fotografía de la disposición de almacenamiento de la clasificación de los residuos sólidos.

### VI.2.2.1.2. Agua

Tabla 8. Indicadores de éxito y seguimiento a las medidas de prevención en el factor agua.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante					-Registros actualizados de la empresa encargada del manejo del agua sanitaria ante la SEMARNAT.
Construcción	Formación de terraplén, formación de sub-base y formación de base Construcción de las vías Carpeta asfáltica para la plataforma Colector para drenaje pluvial Confinamiento Acceso carretero a la terminal Instalaciones Sistema telecomunicaciones Instalación de señales	Disminución de la calidad del agua.	*Quedaré prohibido el vertido de cualquier residuo contaminante en los cuerpos de agua cercanos al proyecto. *Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua.	Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto	-Nula contaminación por residuos líquidos y sólidos.	-Registro actualizado de la empresa encargada del manejo de los residuos sanitarios. -Bitácoras de control. -Memoria fotografía de la disposición de almacenamiento de la clasificación de los residuos sólidos. -Registro de capacitación a los empleados para el buen manejo de residuos.

### VI.2.2.1.3. Flora

Tabla 9. Impactos generados hacia el componente flora, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Remoción de la vegetación.	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas).</li> <li>*Se prohibirá la extracción de especies florísticas.</li> <li>*Concientización del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora.</li> <li>*Aplicación correcta del derribo direccional de árboles.</li> <li>* Todo el personal que labore en la obra deberá recibir y acatar indicaciones de no cortar, coleccionar o dañar algún ejemplar fuera del área autorizada.</li> <li>*Se deberán rescatar todas las especies florísticas susceptibles.</li> <li>* El desmonte se deberá realizar de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta.</li> </ul>	Antes y durante el desmonte y despalle	-Nula remoción de vegetación en las áreas aledañas al proyecto.	-Registro de capacitación de los empleados para la concientización en el manejo y extracción de las especies de flora.
		Disminución de la cobertura Vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El desmonte se deberá realizar de forma manual, con machetes, sierras eléctricas y otros instrumentos manuales, de forma paulatina y progresiva, conforme al avance de la construcción de la obra; aplicando un correcto derribo direccional, en caso de utilizar medios mecánicos, deberá realizarse en la parte central acompañándose de métodos manuales en los límites del área autorizada para evitar afectaciones fuera de esta.</li> </ul>		-Nula extracción ilegal, o maltrato de las especies silvestres.	-Bitácoras de control. -Memoria Fotografía
			<ul style="list-style-type: none"> <li>*Queda prohibido considerar para la reforestación con especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales.</li> </ul>		- Nula introducción de especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales.	-Bitácoras de control. -Memoria Fotografía

### VI.2.2.1.4. Fauna

**Tabla 10. Impactos generados hacia el componente fauna, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante del terreno.	Reducción del hábitat.  Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Ahuyentamiento de las especies a zonas aledañas.</li> <li>*Reubicación de nidos y desalojo de madrigueras.</li> <li>*Se prohibirá la extracción ilegal de especies faunísticas.</li> <li>*Concientización del personal de trabajo.</li> <li>*Respetar los límites del área del proyecto.</li> <li>*Estará prohibido afectar cualquier zona de refugio de fauna (madrigueras, nidos, etc.).</li> <li>*El promovente establecerá reglamentos internos que eviten cualquier afectación sobre la fauna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nula extracción ilegal o maltrato hacia las especies silvestres existentes.</li> <li>-Las áreas aledañas al proyecto se encontrarán intactas de la remoción de la vegetación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Registro de capacitación de los empleados para la concientización en el manejo y extracción de las especies de flora.</li> <li>-Bitácoras de control.</li> <li>-Memoria Fotografía</li> </ul>

### VI.2.2.1.5. Aire

**Tabla 11. Impactos generados hacia el componente aire, medidas de prevención aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE PREVENCIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio Y Construcción	Uso constante de la maquinaria.	Disminución de la calidad del aire.  Emisiones de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>*De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna, a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el paso de la maquinaria.</li> <li>*Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo.</li> <li>*El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.</li> <li>*La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h.</li> <li>*La maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen durante el desarrollo del proyecto, se someterán a un programa de mantenimiento preventivo, llevándose una bitácora para dar seguimiento a dichas actividades.</li> <li>*Emisiones de gases con estricto apego a la normatividad ambiental.</li> <li>*Se respetará los límites máximos permisibles de emisiones de ruido.</li> </ul>	Durante la preparación del sitio y la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Niveles de emisión de gases por debajo del límite máximo permisible.</li> <li>-Decibeles (dB) por abajo del límite máximo permisible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Comprobantes de verificación vehicular.</li> <li>-Bitácora con registro de la aplicación de riegos periódicos.</li> <li>-Bitácora de mantenimiento y hojas de mantenimiento recomendado para los vehículos, maquinaria y equipos.</li> <li>-Memoria fotográfica.</li> <li>-Reportes de fallas de algún equipo, maquinaria o vehículo.</li> <li>-Reportes de cumplimiento con las normas aplicables.</li> </ul>

---

### *VI.2.2.2. Indicadores para medir el éxito de las medidas de mitigación*

Las medidas de mitigación consisten en la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción para compensar los impactos adversos que puedan presentarse durante las etapas de ejecución del proyecto.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación a implementarse antes, durante y al término de las actividades del proyecto, para mitigar los impactos generados en cada uno de los diferentes componentes ambientales, así como los indicadores de éxito para la evaluación de la implementación de las medidas aplicadas y finalmente los requerimientos para las evidencias de cumplimiento.

CONSULTA PÚBLICA

### VI.2.2.2.1. Suelo

**Tabla 12. Impactos generados hacia el componente suelo, las medidas de mitigación, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento aplicables.**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante del terreno	-Pérdida de suelo	<p>*Se tiene una superficie destinada de 10.0 ha para obras de reforestación (1,283 plantas/ha contado también a las plantas de rescate), terrazas individuales (para cada planta reforestada, y arbórea reubicada) y acomodo del material vegetal producto del desmante (900 metros por hectárea).</p> <p>En el año 5 de la restauración, permite contar con niveles menores de erosión a los que se tiene actualmente sin proyecto, por lo que, no se tiene un volumen de suelo de pérdida acumulativo.</p>	<p>Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.</p>	<p>- Tasa de erosión.                      -Nivel de azolve de las obras.                      -Que se tenga un área de compensación de 10 has con reforestación (1,283 plantas/ha contado también a las plantas de rescate), terrazas individuales (para cada planta reforestada, y reubicada) y acomodo del material vegetal producto del desmante (900 metros por hectárea).</p>	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de seguimiento.
			<p>Retiro, almacenamiento y reutilización de la capa fértil del suelo.</p>	<p>Inmediatamente después del desmante, se almacena en un sitio ex profeso para su conservación y reutilización posteriormente.</p>	<p>Que se Inmediatamente después del desmante, se almacena en un sitio ex profeso para su conservación y reutilización posteriormente.</p>	
Preparación del sitio	Desmante del terreno	-Pérdida de suelo	<p>Se construirán 270 zanjas trincheras de 3m x 0.4m x 0.4m en una superficie de 2.69 dentro del área del proyecto, las cuales se consideran una medida que mitiga parcialmente los niveles de erosión a generar por la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica + eólica con el desmante.</p>	Después del desmante.	<p>- Tasa de erosión.                      -Nivel de azolve de las obras.</p>	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de seguimiento.



ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
			Se propone la construcción de 4,000 metros lineales para el desarrollo de colectores pluviales en el sitio del proyecto, con el objetivo de conducir adecuadamente los escurrimientos pluviales en área del proyecto, y retener el arrastre de sedimentos fuera del área del proyecto.	Durante la etapa de construcción.	-Nivel de azolve de las obras.	

#### VI.2.2.2.2. Agua

Tabla 13. Impactos generados hacia el componente agua, medidas de mitigación aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante del terreno	Disminución en la infiltración.	Se construirán 270 zanjas trincheras de 3m x 0.4m x 0.4m en una superficie de 2.69 dentro del área del proyecto. Con una capacidad de infiltración de 7,893 m3, para la determinación de este dato se realizó un análisis considerando la tasa de infiltración por grupo hidrológico, considerando un suelo A	Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la	- Cantidad de agua captada. - Contenido de humedad en el suelo.	-Memoria fotográfica, informes bitácoras y de seguimiento.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO																																								
			<p>Programa de reforestación como medida de mitigación para la recuperación de la capacidad de infiltración.</p> <p>Con base a los trabajos de restauración en las 10.0 hectáreas (área de compensación), se consideró la modificación de la cobertura del suelo considerando un lapso de 5 años de análisis sobre el área reforestación considerando el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, modificando las variables de Intercepción, evapotranspiración y escurrimiento de la ecuación:</p> <p>Infiltración = P – (Int + Ev + E)</p> <p align="center"><b>Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÑO</th> <th>INFILTRACIÓN ACTUAL M<sup>3</sup>/AÑO</th> <th>INFILTRACIÓN CON EL DESMONTE M<sup>3</sup>/AÑO</th> <th>INFILTRACIÓN CON RESTAURACIÓN M<sup>3</sup>/AÑO</th> <th>SALDO M<sup>3</sup>/AÑO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Año de remoción de vegetación</td> <td>14,146</td> <td>8,110</td> <td></td> <td>-6,037</td> </tr> <tr> <td>Condiciones naturales del área de compensación.</td> <td></td> <td></td> <td>7,406</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Año 1</td> <td></td> <td></td> <td>6,744</td> <td>-661</td> </tr> <tr> <td>Año 2</td> <td></td> <td></td> <td>7,041</td> <td>-365</td> </tr> <tr> <td>Año 3</td> <td></td> <td></td> <td>6,676</td> <td>-729</td> </tr> <tr> <td>Año 4</td> <td></td> <td></td> <td>9,185</td> <td>1,779</td> </tr> <tr> <td>Año 5</td> <td></td> <td></td> <td>13,609</td> <td>6,204</td> </tr> </tbody> </table> <p>De acuerdo a los resultados obtenidos con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se disminuye la capacidad de infiltración en 6,037 m<sup>3</sup>/año, sin embargo, con la medida de mitigación a través de la reforestación del predio de compensación adicional en el año 5 la infiltración perdida se recupera (incremento de 6,204 m<sup>3</sup>/año), e inclusive es mayor por 167 m<sup>3</sup>/año lo que para los años siguientes se continua la tendencia de una mayor captación de agua.</p>	AÑO	INFILTRACIÓN ACTUAL M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON EL DESMONTE M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON RESTAURACIÓN M <sup>3</sup> /AÑO	SALDO M <sup>3</sup> /AÑO	Año de remoción de vegetación	14,146	8,110		-6,037	Condiciones naturales del área de compensación.			7,406	0	Año 1			6,744	-661	Año 2			7,041	-365	Año 3			6,676	-729	Año 4			9,185	1,779	Año 5			13,609	6,204	preparación del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de agua captada.</li> <li>- Contenido de humedad en el suelo.</li> <li>-Porcentaje de cubierta forestal que permita incrementar la infiltración del suelo.</li> </ul>	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de seguimiento.
AÑO	INFILTRACIÓN ACTUAL M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON EL DESMONTE M <sup>3</sup> /AÑO	INFILTRACIÓN CON RESTAURACIÓN M <sup>3</sup> /AÑO	SALDO M <sup>3</sup> /AÑO																																										
Año de remoción de vegetación	14,146	8,110		-6,037																																										
Condiciones naturales del área de compensación.			7,406	0																																										
Año 1			6,744	-661																																										
Año 2			7,041	-365																																										
Año 3			6,676	-729																																										
Año 4			9,185	1,779																																										
Año 5			13,609	6,204																																										

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante del terreno	Disminución en la infiltración.	Se construirán 12,830 terrazas individuales de 1m de diámetro x 0.2m de profundidad en el área de compensación (mismas que se consideraron para el factor suelo). Las cuales tendrán una infiltración real de 12,323 m <sup>3</sup> /año.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de agua captada.</li> <li>- Contenido de humedad en el suelo.</li> </ul>	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de seguimiento.

CONSULTA PÚBLICA

### VI.2.2.2.3. Flora

**Tabla 14. Impactos generados hacia el componente flora y vegetación, medidas de mitigación aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmante del terreno	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	*Se rescatarán y reubicarán 2,794 individuos de especies por medio de trasplante y por medio de semilla 14 kg. *Se considera el rescate por medio de trasplante, de las especies: <i>Acacia cymbispina: 44</i> <i>Acacia hindsii: 44</i> <i>Cordia seleriana: 278</i> <i>Crateva tapia: 1618</i> <i>Guazuma ulmifolia: 44</i> <i>Pithecellobium dulce: 122</i> <i>Lantana hirta: 644</i>  *Se considera el rescate por medio de semilla, de las especies: <i>Ficus pertusa: 2kg</i> <i>Pithecellobium dulce: 2kg</i> <i>Sapium lateriflorum: 10 kg</i>  *Las especies se reubicarán en el área de compensación.	Antes y durante el desmante y despalle	-Diferentes índices de diversidad.  -Cantidad de individuos rescatados por especie.  -Sobrevivencia de al menos el 80% de los individuos reubicados.	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de seguimiento.
		Disminución de la cobertura Vegetal.	*Se reforestará una superficie de 10 ha con 10,680 individuos de las especies:  <i>Ficus pertusa: 340</i> <i>Gliricidia sepium: 2,000</i> <i>Guazuma ulmifolia: 3,000</i> <i>Pithecellobium dulce: 3,000</i> <i>Tabebuia rosea: 2,000</i> <i>Sapium lateriflorum: 340</i>  Y los 2,794 individuos de especies por medio de trasplante, de las especies: <i>Acacia cymbispina: 44</i> <i>Acacia hindsii: 44</i> <i>Cordia seleriana: 278</i> <i>Crateva tapia: 1618</i> <i>Guazuma ulmifolia: 44</i> <i>Pithecellobium dulce: 122</i> <i>Lantana hirta: 644 (la cual se plantará entre las otras especies).</i>	Iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.	-Superficie reforestada 10 has.  -Cantidad de individuos reforestados.  -Sobrevivencia del 80% de la reforestación.	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de seguimiento.

#### VII.2.2.2.4. Fauna

**Tabla 15. Impactos generados hacia el componente fauna, medidas de mitigación aplicables, indicadores de éxito y evidencia de cumplimiento.**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	DURACIÓN	INDICADOR DE ÉXITO	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Preparación del sitio	Desmonte del terreno.	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	*Se rescatarán las ejemplares que puedan encontrarse en el área del proyecto al momento de la realización del proyecto.	Antes y durante el desmonte y despalme.	-Porcentaje de sobrevivencia durante su transporte y adaptación en los sitios de reubicación.	-Memoria fotográfica, informes y bitácoras de control.
Construcción			*Se rescatarán-reubicarán nidos y se desalojarán madrigueras que puedan encontrarse en el área del proyecto. *Se ahuyentarán todas las especies presentes durante la realización del proyecto.	Durante la construcción de la obra.		

Cabe mencionar que se anexa un Programa de Manejo Ambiental (ANEXO P) en extenso.

## VI.3. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte Semestral: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte semestral deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas.
- Reporte anual: Este se deberá elaborar el desarrollo de la obra; de ser necesario.

A continuación, se presenta la estrategia de seguimiento y control de las medidas de **mitigación** propuestas (Indicadores de realización y Puntos de comprobación), para asegurar y comprobar el cumplimiento de las mismas. Así como las medidas de mitigación o control en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas (Medidas de urgente aplicación).

### VI.3.1. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

#### VI.3.1.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN

##### VI.3.1.1.1. Tiempo de ejecución del programa

El rescate y reubicación de flora se llevará a cabo antes y durante la etapa preparación del sitio, con una duración de 3 a 4 meses

Será importante llevar a cabo las actividades del proceso de rescate y reubicación de flora en los plazos establecidos en el cronograma de actividades.

##### VI.3.1.1.2. Cantidad de planta

Los indicadores de éxito se evaluarán con base en el total de ejemplares rescatados y reubicados de las siguientes especies:



**Tabla 16. Número de individuos por especie a rescatar.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD
Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	44
Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	44
Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	278
Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	1618
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	44
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	122
Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	644
	<b>TOTAL</b>	<b>2,794</b>

### VI.3.1.1.3. Porcentaje de sobrevivencia

Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, con base en el porcentaje de árboles que sobreviven y al número de reposiciones que se realizaron. Se realizará un censo un año después de la reubicación verificando de manera directa el estado que guarda las especies rescatadas y reubicadas.

La sobrevivencia se representará de acuerdo con tres condiciones:

**Tabla 17. Claves para describir la condición de la planta.**

CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	Árbol vivo
2	Árbol muerto en pie
3	Tocón

El porcentaje se determina mediante una relación de las plantas muertas y vivas, conociendo así, el éxito de sobrevivencia.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Donde:

p: Proporción estimada de árboles vivos.

ai: Número de árboles vivos en el sitio i.

mi: Número de árboles plantados en el sitio i.

Como parte de este indicador, se deberán contemplar los daños presentes en las plantas reforestadas, así como, el vigor de las mismas.

**Tabla 18. Indicadores para descripción de daño de la reforestación establecida.**

CLAVE	AGENTE	DESCRIPCIÓN
1	Ausencia de daño	El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades.
2	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas, desecación o pérdida del follaje.
3	Insectos	Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores o defoliadores.
4	Viento	Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del viento.

CLAVE	AGENTE	DESCRIPCIÓN
5	Enfermedades	Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis).
6	Roedores	Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones.
7	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de las plantas.
8	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

Tabla 19. Claves para describir el vigor de las plantas.

CLAVE	VIGOR
A	Optimo
B	Bueno
C	Pobre
D	Muy pobre

Una vez determinada la condición en las que se encuentren las plantas vivas, será posible conocer las necesidades de las mismas, buscando soluciones que permitan la sobrevivencia de estas. Los daños presentes en la reforestación serán registrados para tener un mejor control de la situación.

Tabla 20. Formato tipo para el registro de indicadores de éxito de la restauración.

NO. PROGRESIVO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CONDICIÓN Y/VIGOR	ALTURA (m)	EVIDENCIA DE ALGUN DAÑO
1					
2					
3					
<i>n</i>					

### VI.3.1.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al **Programa de rescate y reubicación de flora** sean desarrolladas en tiempo y forma, por lo que, en este caso se plantea que el lugar donde se podrá realizar la comprobación de las actividades serán los sitios de reubicación (en el área de compensación), mismos que serán georreferenciados e integrados en el informe correspondiente para su seguimiento y entrega a las autoridades ambientales correspondientes.

Con el avance de las actividades de reubicación, se irán registrando por medio de bitácoras las ubicaciones de los nuevos sitios de trasplante, mismos que serán los puntos de comprobación.

Así mismo, el componente sobre el cual se comprobará la ejecución de las actividades será la flora, en este caso, la cantidad de plantas rescatadas y reubicadas, así como la sobrevivencia de las mismas mediante monitoreos.

### VI.3.1.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN

En caso de que no se alcancen los objetivos y metas establecidas, se deberán llevar a cabo medidas emergentes o de urgente aplicación. Para lo cual, es necesario tomar en consideración los indicadores de éxito establecidos. A continuación, se presentan las medidas a aplicar.

**Tabla 21. Medidas de urgente aplicación.**

INDICADOR	MEDIDA EMERGENTE
Rescatar y reubicar 2,794 individuos; de los cuales 44 corresponden a <i>Acacia cymbispina</i> , 44 de <i>Acacia hindsii</i> , 278 de <i>Cordia Seleriana</i> , 1,618 de <i>Crateva tapia</i> , 44 de <i>Guazuma ulmifolia</i> , 122 de <i>Pithecellobium dulce</i> y 644 individuos de <i>Lantana hirta</i> .	Realizar actividades necesarias que aseguren el establecimiento de los individuos rescatados. Y reposición de individuos para alcanzar el 80%, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.
Lograr una sobrevivencia mínima del 80% de las plantas rescatadas durante las actividades de mantenimiento.	Realizar actividades necesarias que aseguren el establecimiento de los individuos rescatados. Y reposición de individuos para alcanzar el 80%, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.

Así mismo, si al momento de realizar los monitoreos de las plantas reubicadas se llegasen a detectar presencia de afectaciones por agentes biológicos, se procederá a ejecutar las siguientes medidas:

- Se pondrá en cuarentena el área del predio donde se encuentran las plantas afectadas para evitar su propagación al resto de las plantas.
- Se eliminarán las plantas del predio (de ser necesario) o sus alrededores que pudieran ser hospederas alternas.
- De haber plantas muertas serán repuestas por plantas nuevas, esperando un periodo de cuarentena para evitar que la planta nueva se vea afectada.

Una vez que sean identificada la plaga o enfermedad que afecta a las plantas, se podrán emplear diversos métodos de control y combate.

## VI.3.2. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

### VI.3.2.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN

Se cuantificará el número de rescates de fauna realizados con respecto a los grupos faunísticos y en la etapa del proyecto en que hayan sucedido. Además, se indicará cuantos de los rescates fueron de individuos de especies identificadas con algún estatus de riesgo conforme a lo establecido en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

### VI.3.2.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al Programa de rescate y reubicación de fauna sean desarrolladas

en tiempo y forma, por tanto debido a que la fauna se encuentra en constante movimiento, la ejecución de las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, podrán ser comprobadas mediante visitas al área del proyecto durante la ejecución de estas actividades, a manera de verificar la ausencia de fauna en el área del proyecto y la nula afectación de esta; además de que, se deberá contar con la evidencia fotográfica y bitácoras correspondientes.

### *VI.3.2.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN*

En caso de que no se alcancen los objetivos establecidos, se deberán llevar a cabo medidas emergentes o de urgente aplicación. Para lo cual, es necesario tomar en consideración indicadores de éxito. A continuación, se presentan las medidas a aplicar.

**Tabla 22. Medidas de urgente aplicación.**

INDICADORES	MEDIDA EMERGENTE
Ausencia de fauna en el área del proyecto durante el desarrollo de las actividades de desmonte.	Realizar el ahuyentamiento de la fauna antes del inicio de las actividades diarias correspondientes a la remoción de vegetación, con la finalidad de que se desplacen a zonas aledañas y evitar algún tipo de afectación.  En caso de encontrar individuos faunísticos, rescatar y proveer atención y cuidados veterinarios con la finalidad de asegurar su estabilidad, y posteriormente reubicarlos en sitios distantes.
Nula afectación de los individuos durante el proceso de rescate.	Proveer atención y cuidados veterinarios con la finalidad de asegurar su estabilidad, y posteriormente reubicarlos en sitios distantes.
Registro de las actividades de rescate y reubicación de individuos de fauna.	Realizar informes de cumplimiento de las actividades, integrando información de los individuos rescatados y reubicados.

Así mismo, en caso de tener rescatar ejemplares de la fauna que presenten rasgos de alguna enfermedad o lesiones físicas, deberán ser puestas en revisión para evitar el contagio en el caso de enfermedades a más individuos de la población.

### *VI.3.3. PROGRAMA DE OBRA DE SUELO Y AGUA*

#### *VI.3.3.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN*

A continuación, se presentan los indicadores de éxito los cuales se evaluarán con base en el total de obras de conservación de suelo y agua.

**Tabla 23. Número de individuos por especie a reforestar.**

IMPACTO	TIPO DE OBRA	Unidad	CANTIDAD
<i>Perdida de suelo</i>	<i>Zanjas trinchera</i>	Pieza	270
	<i>Barreras sedimentadoras</i>	Metros	9,000
	<i>Reforestación</i>	Hectáreas	10
<i>Reducción de infiltración</i>	<i>Zanjas trinchera</i>	Pieza	270
	<i>Terrazas individuales</i>	Pieza	12,830
	<i>Reforestación</i>	Hectáreas	10

### **VI.3.3.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN**

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al Programa de conservación y restauración de suelo y agua sean desarrolladas en tiempo y forma, por lo que, en este caso se plantea que el lugar donde se podrá realizar la comprobación de las actividades es en las áreas propuestas en el apartado 4, Localización de las obras. Además, de contar con las bitácoras donde se registre las actividades que se van desarrollando.

En caso de que el área donde se realicen las obras de suelo y agua no sea la que se propuso originalmente, se presentará la justificación técnica, así como el aviso correspondiente a las autoridades para la actualización del punto de comprobación.

### **VI.3.3.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN**

En caso de que las actividades de acordonamiento de material vegetal muerto y zanjas trincheras no estén alcanzando su eficacia, se deberán implementar aún más actividades de estas mismas obras, con la finalidad de retener aún más suelo y, por ende, más agua.

Así mismo se contempla realizar mantenimiento constante de los colectores de drenaje pluvial, haciendo limpieza para evitar que se presenten residuos, desechos o azolves, para lo cual se deberá formar una brigada de limpieza que se encargue de esta actividad.

## **VI.3.4. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN**

### **VI.3.4.1. INDICADORES DE REALIZACIÓN**

#### **VI.3.4.1.1. Superficie por reforestar**

La superficie por reforestar corresponde a 10 ha.

### VI.3.4.1.2. Cantidad de planta

Se reforestarán 13,475 plantas de los cuales: 10,680 individuos distribuidos en 6 especies: *Ficus pertusa*, *Tabebuia rosea*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce* y *Sapium lateriflorum* y 2,794 plantas provenientes de rescate (ver programa de rescate y reforestación).

### VI.3.4.1.3. Porcentaje de sobrevivencia

Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, con base en el porcentaje de árboles que sobreviven y al número de reposiciones que se realizaron. Se realizará un censo un año después de la reubicación verificando de manera directa el estado que guarda las especies rescatadas y reubicadas.

La sobrevivencia se representará de acuerdo con tres condiciones:

**Tabla 24. Claves para describir la condición de la planta.**

CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	Árbol vivo
2	Árbol muerto en pie
3	Tocón

El porcentaje se determina mediante una relación de las plantas muertas y vivas, conociendo así, el éxito de sobrevivencia.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Donde:

p: Proporción estimada de árboles vivos.

ai: Número de árboles vivos en el sitio i.

mi: Número de árboles plantados en el sitio i.

Como parte de este indicador, se deberán contemplar los daños presentes en las plantas reforestadas, así como, el vigor de las mismas.

**Tabla 25. Indicadores para descripción de daño de la reforestación establecida.**

CLAVE	AGENTE	DESCRIPCIÓN
1	Ausencia de daño	El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades.
2	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas, desecación o pérdida del follaje.
3	Insectos	Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores o defoliadores.
4	Viento	Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del viento.
5	Enfermedades	Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis).
6	Roedores	Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones.
7	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de las plantas.
8	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.



**Tabla 26. Claves para describir el vigor de las plantas.**

CLAVE	VIGOR
A	Optimo
B	Bueno
C	Pobre
D	Muy pobre

Una vez determinada la condición en las que se encuentren las plantas vivas, será posible conocer las necesidades de las mismas, buscando soluciones que permitan la sobrevivencia de estas. Los daños presentes en la reforestación serán registrados para tener un mejor control de la situación.

**Tabla 27. Formato tipo para el registro de indicadores de éxito de la restauración.**

NO. PROGRESIVO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CONDICIÓN Y/VIGOR	ALTURA (m)	EVIDENCIA DE ALGUN DAÑO
1					
2					
3					
<i>n</i>					

#### **VI.3.4.2. PUNTOS DE COMPROBACIÓN**

El punto de comprobación (lugar y sobre que componente ambiental) tendrá la función de verificar que las diferentes actividades correspondientes al Programa de reforestación sean desarrolladas en tiempo y forma, por lo que, en este caso se plantea que el lugar donde se podrá realizar la comprobación de las actividades es el área propuesta a reforestar, con una superficie de 10 hectáreas. Además de presentar las bitácoras y evidencia fotográfica correspondiente.

En caso de que el área donde se realicen las actividades de reforestación no sea la que se propuso originalmente, se presentará la justificación técnica, así como el aviso correspondiente a las autoridades para la actualización del punto de comprobación.

Así mismo, el componente sobre el cual se comprobará la ejecución de las actividades será la vegetación, en este caso, la cantidad de plantas reforestadas, las especies incluidas en la reforestación y la sobrevivencia de estas.

#### **VI.3.4.3. MEDIDAS DE URGENTE APLICACIÓN**

En caso de que no se alcancen los objetivos y metas establecidas, se deberán llevar a cabo medidas emergentes o de urgente aplicación. Para lo cual, es necesario tomar en consideración los indicadores de éxito establecidos. A continuación, se presentan las medidas emergentes definidas.

**Tabla 28. Medidas de urgente aplicación.**

INDICADORES	MEDIDA EMERGENTE
Reforestar una superficie de 10 hectáreas.	Realizar un informe al encargado del proyecto para que se logre la reforestación en la superficie indicada, debiendo completar las 10 hectáreas propuestas. Y realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, tales como la reposición de plantas muertas y/o la aplicación de fertilizantes.
Reforestar 13,475 plantas de los cuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10,680 individuos distribuidos en 3 especies: <i>Ficus pertusa</i>, <i>Pithecellobium dulce</i>, <i>Sapium lateriflorum</i>, <i>Glicidia sepium</i>, <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Tabebuia rosea</i>.</li> <li>• 2,794 plantas provenientes de rescate.</li> </ul>	Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, como implementar acciones de reproducción de las mismas para lograr la reforestación de la cantidad indicada.
Realizar las actividades de reforestación, iniciando durante la temporada de lluvia más próxima al inicio de la preparación del sitio.	Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, como incrementar la cantidad de riegos para favorecer el establecimiento y adaptación de las especies reforestadas.
Lograr una sobrevivencia superior o igual a 80% de la reforestación al término de mantenimiento.	Realizar actividades que aseguren el establecimiento de la reforestación, como reponer la planta muerta, incrementando los porcentajes de reposición de plata, así como las actividades mantenimiento, hasta lograr la sobrevivencia de por lo menos el 80%.

Así mismo, si al momento de realizar los monitoreos de la reforestación se llegasen a detectar presencia de afectaciones por agentes biológicos, se procederá a ejecutar las siguientes medidas:

- Se pondrá en cuarentena el área del predio donde se encuentran las plantas afectadas para evitar su propagación al resto de las plantas.
- Se eliminarán las plantas del predio (de ser necesario) o sus alrededores que pudieran ser hospederas alternas.
- De haber plantas muertas serán repuestas por plantas nuevas, esperando un periodo de cuarentena para evitar que la planta nueva se vea afectada.

Una vez que sean identificada la plaga o enfermedad que afecta a las plantas, se podrán emplear diversos métodos de control y combate.

Cabe mencionar que el responsable de realizar el Programa de Monitoreo Ambiental deberá detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar medidas de mitigación pertinentes. Con ello retroalimentará el programa de vigilancia ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación.

## VI.4. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

De conformidad con el Artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental, indica que la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- II. **En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;**
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.

La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones. Estos procedimientos jurídicos – administrativos requieren que se conozcan los importes parciales de la inversión prevista (gastos pre-operativos) con la finalidad de establecer de manera más congruente las fianzas de garantía.

Para tal efecto se proporciona la información sobre la estimación de costos por la construcción del proyecto, que dan un total de **\$411,945,831.40** (Cuatrocientos once millones novecientos cuarenta y cinco mil ochocientos treinta y un pesos 40/100 M.N.).

**Tabla 29. Inversión requerida en la ejecución del proyecto.**

DESCRIPCIÓN	MONTO (\$)
Materiales	\$269,574,248.72
Permisos, proyecto y cumplimientos ambientales	\$3,500,000.00
Trabajos complementarios	\$138,421,582.68
<b>Total</b>	<b>\$411,945,831.40</b>

Así mismo se presentan los costos aproximados que tendrá la aplicación de las medidas de prevención y mitigación el cual incluye un costo total de **\$4,747,659.70 (Cuatro millones setecientos cuarenta y siete mil seiscientos cincuenta y nueve pesos 70/100)**. Este concepto incluye el costo de las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, reforestación y, obras de conservación de suelo y agua, así como la implementación del programa de vigilancia ambiental, con el que se asegurará el cumplimiento de las diferentes medidas establecidas.

**Tabla 30. Costo total de las actividades de restauración.**

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Medidas de prevención (que no sólo requieran seguimiento) propuestas en la MIA-R.	\$366,130.43	\$366,130.43				<b>\$732,260.86</b>
Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	\$701,390.00	\$662,500.00				<b>\$1,363,890.00</b>
Reforestación del programa de reforestación	803,165.00	\$306,833.00	\$215,000.00	\$215,000.00	\$215,000.00	<b>\$1,754,998.00</b>
Programa de Rescate y reubicación de flora	\$53,970.00	\$170,568.66				<b>\$224,538.66</b>
Programa de Obras de conservación de suelo y agua	\$3,861.00	\$85,433.00				<b>\$89,294.00</b>
Programa de Manejo Ambiental	\$276,339.09	\$276,339.09	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	<b>\$582,678.18</b>
<b>TOTAL</b>						<b>\$4,747,659.70</b>

Además, se anexa el Estudio Técnico Económico (**ANEXO Q**), como seguro o garantía respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones.

# Capítulo VII

## CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	1
VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	1
VII.1.1. ASPECTOS ABIÓTICOS.....	1
VII.1.1.1. Factor suelo.....	1
VII.1.1.1.1. Erosión hídrica actual en el Área del Proyecto (AP).....	1
VII.1.1.1.2. Erosión eólica actual en el Área del Proyecto (AP).....	2
VII.1.1.2. Factor agua.....	2
VII.1.1.2.1. Intercepción de la vegetación actual en el Área del Proyecto (AP).....	3
VII.1.1.2.2. Evapotranspiración real actual en el Área del Proyecto (AP).....	3
VII.1.1.2.2. Cálculo de escurrimiento medio actual en el Área del Proyecto (AP).....	4
VII.1.1.2.3. Infiltración actual en el Área del Proyecto (AP).....	4
VII.1.1.3. Factor aire.....	4
VII.1.2. ASPECTOS BIÓTICOS.....	5
VII.1.2.1. Factor flora.....	5
VII.1.2.1.1. Índices de valor de importancia de la flora existente en el AP.....	5
VII.1.2.1.2. Índices de diversidad y equitatividad de la flora existente en el AP.....	7
VII.1.2.2. Factor fauna.....	8
VII.1.3. PAISAJE.....	10
VII.1.3.1. Calidad Visual del Paisaje (CV).....	10
VII.1.3.2. Capacidad de Absorción Visual (CAV).....	10
VII.1.3.3. Grado de Visibilidad.....	11
VII.1.3.4. Calidad Visual Vulnerable.....	11
VII.1.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	11
VII.1.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	12
VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIO CON PROYECTO.....	13
VII.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS.....	13
VII.2.1.1. Factor Suelo.....	13
VII.2.1.1.1. Erosión hídrica una vez ejecutada la remoción de vegetación.....	13
VII.2.1.1.2. Erosión eólica una vez ejecutada la remoción de vegetación.....	13
VII.2.1.2. Factor Agua.....	14
VII.2.1.2.1. Intercepción de la vegetación una vez ejecutada la remoción de vegetación.....	14
VII.2.1.2.2. Evapotranspiración real una vez ejecutada la remoción de vegetación.....	14
VII.2.1.2.3. Escurrimiento medio una vez ejecutada la remoción de vegetación.....	15
VII.2.1.2.3. Infiltración una vez ejecutada la remoción de vegetación.....	15

---

VII.2.1.3. Aire .....	15
VII.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS .....	16
VII.2.2.1. Factor flora .....	16
VII.2.2.2. Factor fauna .....	19
VII.2.3. PAISAJE .....	22
VII.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	22
VII.2.5. PRÓNOSTICO AMBIENTAL .....	23
VII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	23
VII.3.1. SUELO .....	24
VII.3.2. AGUA .....	26
VII.3.3. FLORA .....	28
VII.3.4. FAUNA .....	30
VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL .....	32
VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	33
VII.5.1. Criterios ambientales.....	33
VII.5.2. Criterios técnicos.....	33
VII.6.3. Criterios socioeconómicos.....	34

CONSULTA PÚBLICA



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de la erosión hídrica actual.....	2
Tabla 2. Erosión eólica actual en los tipos de vegetación.....	2
Tabla 3. Intercepción de la vegetación escenario actual.....	3
Tabla 4. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.....	3
Tabla 5. Escurrimiento en el escenario actual.....	4
Tabla 6. Valor de importancia ecológica del estrato arbóreo de la (SBC).....	5
Tabla 7. Valor de importancia ecológica del estrato arbustivo de la SBC.....	6
Tabla 8. Valor de importancia ecológica del grupo de herbáceas de la SBC.....	6
Tabla 9. Índices de biodiversidad en el área del proyecto.....	7
Tabla 10. Registros de Ornitofauna para SBC.....	8
Tabla 11. Registros de mastofauna para SBC.....	9
Tabla 12. Registros de Herpetofauna para SBC.....	9
Tabla 13. Resumen de los índices de diversidad para los grupos faunísticos.....	9
Tabla 14. Valores de la erosión hídrica una vez realizada la remoción de vegetación.....	13
Tabla 16. Intercepción de la vegetación escenario con proyecto.....	14
Tabla 17. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.....	14
Tabla 18. Escurrimiento en el escenario con proyecto.....	15
Tabla 19. Listado de comparación de especies del estrato arbóreo de la vegetación SBC e IVIE% ..	16
Tabla 20. Listado de comparación de especies del estrato arbustivo de la vegetación SBC e IVIE%.	17
Tabla 21. Listado de comparación de especies del estrato herbáceo de la vegetación SBC.....	18
Tabla 22. comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.....	18
Tabla 23. Representatividad de la fauna presente, cuya distribución potencial corresponde al área del AP y SAR.....	19
Tabla 24. Comparativa de especies de fauna dentro del Sistema ambiental regional y Área del proyecto.....	20
Tabla 25. Comparativa de los Índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de SBC.	21
Tabla 26. Erosión hídrica del área del proyecto en dos escenarios.....	24
Tabla 27. Escenario ambiental esperado para el componente suelo una vez aplicado las medidas de mitigación.....	25
Tabla 28. Valores de la infiltración con proyecto, sin proyecto y con obras de mitigación.....	26
Tabla 29. Escenario ambiental esperado para el componente agua una vez aplicado las medidas de mitigación.....	27
Tabla 30. Escenario ambiental esperado para el componente flora con la implementación de las medidas de mitigación.....	29
Tabla 31. Escenario ambiental esperado para el componente fauna con la implementación de las medidas de mitigación.....	31

---

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Los pronósticos del escenario representan una herramienta que permite visualizar de manera teórica los efectos que puede traer consigo realizar proyectos que implican cambios en los ecosistemas.

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en el capítulo IV de este estudio y, con base en los impactos identificados, así como las medidas de mitigación propuestas, se describe y presenta a continuación un análisis bajo tres escenarios hipotéticos: **1)** Pronósticos del escenario en condiciones originales; **2)** Pronósticos del escenario con proyecto y **3)** Pronósticos del escenario con proyecto y con medidas de mitigación.

El procedimiento a seguir para establecer dichos escenarios y expectativas, se detallan a lo largo del presente capítulo; destacando que se ha tomado como base los componentes ambientales y los indicadores de impacto del Sistema Ambiental Regional (SAR) determinados para el proyecto.

### VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En este apartado se formula un escenario para el área de estudio sin considerar el proyecto como variable de cambio. Se abordará cada uno de los componentes ambientales considerados (abióticos, bióticos, paisaje y socioeconómicos), en cada uno de ellos se presentan datos concisos de las condiciones originales para posteriormente hacer un análisis de estas, es importante mencionar que los elementos que tendrán un impacto más significativo serán agua, suelo y vegetación.

#### VII.1.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

##### VII.1.1.1. Factor suelo

##### VII.1.1.1.1. Erosión hídrica actual en el Área del Proyecto (AP)

De acuerdo con los cálculos presentados referentes a la erosión hídrica del suelo en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en este escenario se presenta el resumen de la pérdida de suelo en condiciones actuales. La erosión hídrica fue determinada con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

El cálculo de la erosión actual se hizo contemplando el área del proyecto en condiciones actuales de la cobertura vegetal, que corresponde a vegetación de Selva Baja Caducifolia con una superficie de 8.7004 hectáreas (todo cálculo que corresponda al Área del proyecto se realizó con respecto a esta superficie).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la pérdida de suelo.

**Tabla 1. Valores de la erosión hídrica actual.**

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN TOTAL (ton/ha/año)	EROSIÓN TOTAL (ton/año)
Selva baja caducifolia	8.7004	0.87	7.57
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>0.87</b>	<b>7.57</b>

Como se puede observar, el área del proyecto presenta una erosión de 7.57 toneladas por año en condiciones actuales.

#### VII.1.1.1.2. Erosión eólica actual en el Área del Proyecto (AP)

Los datos fueron retomados del capítulo IV en el cual se describe la metodología empleada para dicho cálculo. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la erosión eólica.

**Tabla 2. Erosión eólica actual en los tipos de vegetación.**

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN TOTAL (ton/ha/año)	EROSIÓN TOTAL (ton/año)
Selva baja caducifolia	8.7004	4.00	34.80
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>4.00</b>	<b>34.80</b>

De acuerdo con los resultados obtenidos, el área de proyecto en condiciones actuales presenta una erosión eólica de 34.80 toneladas de suelo por año.

#### VII.1.1.2. Factor agua

En lo referente al componente agua, este se evaluó en términos de los procesos hidrológicos como son; escurrimiento, infiltración y evapotranspiración real, considerando que la cobertura forestal juega un papel muy importante en el mantenimiento del ciclo hidrológico del agua.

En este caso se presentan los valores del balance hídrico del área del proyecto, contemplando las condiciones actuales, es decir, con vegetación forestal.

### VII.1.1.2.1. Intercepción de la vegetación actual en el Área del Proyecto (AP)

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que está sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009)<sup>1</sup>. La intercepción de la precipitación dentro del área del proyecto se calculó mediante un coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

Para el cálculo de la intercepción se requiere obtener los valores de los siguientes parámetros:

- Cubierta forestal.
- Cobertura de la vegetación
- Área (ha).
- Agua Precipitada (m<sup>3</sup>).
- Agua captada por la cobertura (m<sup>3</sup>).
- Coeficiente de intercepción.

A continuación, se presenta el cálculo de la intercepción (ver Tabla 3).

Tabla 3. Intercepción de la vegetación escenario actual.

CUBIERTA O USO DEL SUELO	ÁREA (ha)	COBERTURA (PROMEDIO) DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA	AGUA CAPTADA POR LA COBERTURA (m <sup>3</sup> )	COEFICIENTE DE INTERCEPCIÓN	INTERCEPCIÓN (m <sup>3</sup> )
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	3.3877	40 %	12,800	0.07	896
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	5.3127	60 %	30,110	0.07	2,108
<b>Total</b>	<b>8.7004</b>		<b>42,910</b>		<b>3,004</b>

Fuente: La intercepción es el resultado de la multiplicación del agua captada por el coeficiente de intercepción

De acuerdo con lo anterior, la intercepción total de dentro del área del predio es de **3,004 m<sup>3</sup>** lo que representa un **3.65%** del total de agua captada en la zona.

### VII.1.1.2.2. Evapotranspiración real actual en el Área del Proyecto (AP)

Para este cálculo se utilizó la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007). A continuación, se presenta los valores de la evapotranspiración real en el AP.

Tabla 4. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (mm)	ÁREA (ha)	EVAPOTRANSPIRACIÓN ANUAL (m <sup>3</sup> )
696.82	8.7004	60,626

Fuente: La Evapotranspiración anual es el resultado de la evapotranspiración real multiplicada por el área del proyecto

<sup>1</sup>Jiménez, O. F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 1-7.

De acuerdo con las estimaciones realizadas la evapotranspiración es de **60,626 m<sup>3</sup>** el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de 82,184 m<sup>3</sup> el coeficiente es de 73.77, este cociente indica que del 100% del agua precipitada, el 73.77% se evapotranspira.

### VII.1.1.2.3. Cálculo de escurrimiento medio actual en el Área del Proyecto (AP)

El escurrimiento superficial fue determinado a través de la metodología descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 "Conservación del Recurso Agua" que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como objetivo establecer el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y del subsuelo, para su explotación, uso o aprovechamiento. La información generada se presenta a continuación.

**Tabla 5. Escurrimiento en el escenario actual.**

CUBIERTA	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN %	ÁREA (ha)	AGUA PRECIPITADA (m <sup>3</sup> )	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO (m <sup>3</sup> )
Selva Baja Caducifolia con densidad baja sin control de pastoreo	60%	3.3877	32,000	0.0724	2,316
Selva Baja Caducifolia con densidad media sin control de pastoreo	40%	5.3127	50,184	0.0417	2,091
<b>Total</b>		<b>8.7004</b>	<b>82,184</b>		<b>4,407</b>

De acuerdo con lo anterior, el **escurrimiento total** dentro del área del predio es de **4,407 m<sup>3</sup>** lo que representa un **5.36%** del total de agua captada en la zona.

### VII.1.1.2.4. Infiltración actual en el Área del Proyecto (AP)

Con base en los resultados anteriores utilizando la ecuación de la Infiltración  $Inf = P - (Int + Ev + E)$ , se obtienen los siguientes resultados:

$$Inf = 82,184 - (3,004 + 60,626 + 4,407) = 14,146 \text{ m}^3$$

La infiltración total dentro del proyecto en general es de **14,146 m<sup>3</sup>/año** en las **8.7004 ha** lo que representa un **17.21%** del total de agua captada en la zona.

### VII.1.1.3. Factor aire

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2018-2021 una de las fuentes principales de contaminación atmosférica en el espacio del territorio municipal corresponde a la Planta Termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de la planta de almacenamiento de Petróleos Mexicanos (PEMEX), por lo que se puede decir que a las emisiones de gases son generados por actividades antrópicas. Sin embargo, para el área donde se llevará a cabo el proyecto, no se tiene un registro de contaminación atmosférica, teniendo emisiones únicamente por el paso de vehículos en la carretera y por el paso del ferrocarril.

## VII.1.2. ASPECTOS BIÓTICOS

### VII.1.2.1. Factor flora

La superficie del área del proyecto se encuentra cubiertas de vegetación forestal de tipo selva baja caducifolia (8.7004 ha), cuantificadas de acuerdo a la fotointerpretación de ortofotos digitales del área y su comprobación en campo, sin embargo, cabe señalar que de acuerdo a la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI, parte de la superficie forestal del área del proyecto se ubica sobre una superficie clasificada como **agricultura de riego permanente (99.73%) y Dunas costeras (0.27 %**. Esto debido a la escala de 1:250,000 utilizada en la Serie VI en donde las superficies fragmentadas en polígonos pequeños no alcanzan el área mínima cartografiable, que es de 100 hectáreas para la escala 1:250,000. Lo anterior significa que, unidades menores a esta superficie no son cartográficamente distinguibles, por lo que se generaliza el uso de mayor superficie., cabe mencionar que los datos fueron retomados del capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

#### VII.1.2.1.1. Índices de valor de importancia de la flora existente en el AP

En los siguientes apartados se presentan los resultados del cálculo del IVIE por tipo de vegetación y por estratos para cada una de las especies, para una mejor interpretación de los valores obtenidos se optó por expresar el IVIE de manera gráfica y en una escala del 0 al 100 %.

##### VII.1.2.1.1.1 Selva baja caducifolia (SBC)

#### Estrato arbóreo y arbustivo

En la tabla siguiente se muestra un resumen del IVIE para los estratos arbóreo y arbustivo, para el estrato arbóreo se registraron 1,587 Ind/ha y para el estrato arbustivo un total de 1,548 ind/ha. Los cálculos correspondientes al IVIE se encuentran en el **ANEXO Ñ**.

Tabla 6. Valor de importancia ecológica del estrato arbóreo de la (SBC).

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	16	2.34%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	5	0.61%
3	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	101	10.60%
4	Bulillo	<i>Crateva tapia</i>	1,276	44.67%
5	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	5	3.42%
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	110	21.08%
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	71	16.15%
8	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	3	1.13%
<b>TOTAL</b>			<b>1,587</b>	<b>100%</b>

Con base en los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Crateva tapia* con un IVIE del 44.67%, *Guazuma ulmifolia* con el

21.08 %, *Pithecellobium dulce* con 16.15 % siendo estas las más dominantes en frecuencia, densidad y cobertura, es decir, estas especies definen en gran proporción la estructura arbórea de la vegetación SBC.

**Tabla 7. Valor de importancia ecológica del estrato arbustivo de la SBC.**

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	14	2.68%
2	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	10	1.83%
3	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	69	10.97%
4	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	205	23.84%
5	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	19	3.61%
6	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	14	2.65%
7	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	46	3.12%
8	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	87	5.84%
9	Crucillo	<i>Randia tetraantha</i>	14	1.38%
10	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	873	31.95%
11	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	160	10.22%
12	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	37	1.91%
<b>TOTAL</b>			<b>1,548</b>	<b>100%</b>

Con base en los resultados presentados en la tabla anterior, se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Scaevola plumieri* con un IVIE del 31.95%, *Celtis iguanaea* con el 23.84 %, *Paullinia fuscescens* con 10.97 % y *Serjania brachycarpa* con 10.22 % siendo estas las más dominantes en frecuencia, densidad y cobertura, es decir, estas especies definen en gran proporción la estructura arbustiva de la vegetación SBC.

### Estrato herbáceo

Para el estrato de Herbáceo se registraron 31,916 individuos/ha distribuidos en 13 especies.

**Tabla 8. Valor de importancia ecológica del grupo de herbáceas de la SBC.**

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ABUNDANCIA ABSOLUTA (IND/HA.)	VALOR DE IMPORTANCIA
1	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	3,819	5.59%
2	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	728	3.18%
3	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	910	3.58%
4	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	1,364	3.27%
5	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	910	5.04%
6	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	18,819	55.97%
7	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	273	1.25%
8	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	455	1.83%
9	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	1,000	4.32%
10	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	273	1.63%
11	Guinar	<i>Sida glabra</i>	2,182	8.72%
12	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	728	3.67%
13	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	455	1.94%
<b>TOTAL</b>			<b>31,916</b>	<b>100%</b>



Para el caso del estrato herbáceo se observa que las especies mayor representadas en este estrato son: *Panicum maximum* el cual presentó un IVIE del 55.97 %, *Sida glabra* con un IVIE del 8.72% *Cynodon dactylon* con un IVIE del 5.59 % y *Momordica charantia* con un IVIE del 5.04%.

Estas especies se distribuyen a lo largo del camino, siendo así las que componen en gran proporción la estructura herbácea de la vegetación de SBC.

### VII.1.2.1.2. Índices de diversidad y equitatividad de la flora existente en el AP

Los resultados obtenidos de los índices de diversidad y equitatividad de las especies de flora en el área del proyecto se presentan por estrato a manera de resumen para la vegetación SBC presente en el área de proyecto.

#### VII.1.2.1.2.1.Selva baja caducifolia (SBC)

**Tabla 9. Índices de biodiversidad en el área del proyecto.**

UNIDAD DE ANÁLISIS	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD	ESTRATO ARBÓREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
<b>Área del proyecto (AP)</b>	Riqueza de especies (S)	8	12	13
	Índice de Shannon (H)	1.1097	2.2127	2.2653
	Equitatividad de Pielou (J)	0.3699	0.6172	0.6122

Para el área del proyecto se encontraron 8 especies para el estrato arbóreo, 12 para el estrato arbustivo y 13 para el estrato herbáceo.

De acuerdo a los resultados obtenidos; el estrato herbáceo posee la biodiversidad más elevada en el área del proyecto, en segundo lugar, el estrato arbustivo, en ambos casos se clasifica como media, por el contrario, la comunidad arbórea la biodiversidad es baja, debido a que cuenta con el menor valor de este índice. En todos lo estrato se establece la existencia de especies dominantes, las cuales se derivan de las condiciones y perturbaciones existentes, lo que ocasiona que unas especies se encuentren en mayor abundancia debido a su capacidad de adaptación, siendo aún más notable en el estrato arbóreo, quien cuenta con el menor índice de equitatividad.

### VII.1.2.2. Factor fauna

#### VII.1.2.2.1 Selva baja caducifolia (SBC)

Durante el muestreo de fauna silvestre, realizado en la vegetación SBC dentro del área del proyecto, La estructura faunística del área del proyecto se comprende por **3 clases, 16 órdenes, 26 familias y 39 especies**, siendo el grupo de las aves el que más especies registra, posteriormente los reptiles y en último lugar los mamíferos.

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad para cada uno de los grupos faunísticos.

#### a) Grupo de ORNITOFAUNA

##### Índice de diversidad

Para el grupo de ornitofauna se obtuvo una riqueza de especies de 25, con 155 individuos registrados, a continuación, se presentan los valores obtenidos abundancia, para posteriormente usarlos en el cálculo de diversidad de cada grupo faunístico.

Tabla 10. Registros de Ornitofauna para SBC.

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Pelecaniformes	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	2	1.29%
2	Accipitriformes	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	0.65%
3	Falconiformes	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	5	3.23%
4	Passeriformes	<i>Cassidix melanicterus</i>	Cacique mexicano	4	2.58%
5	Cathartiformes	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	4	2.58%
6	Columbiformes	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	23	14.84%
7	Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	5	3.23%
8	Cuculiformes	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	9	5.81%
9	Piciformes	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	2	1.29%
10	Pelecaniformes	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	2	1.29%
11	Passeriformes	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	5	3.23%
12	Passeriformes	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	6	3.87%
13	Passeriformes	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	4	2.58%
14	Piciformes	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	2	1.29%
15	Passeriformes	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	13	8.39%
16	Galliformes	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	3	1.94%
17	Passeriformes	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	5	3.23%
18	Passeriformes	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	10	6.45%
19	Passeriformes	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	5	3.23%
20	Passeriformes	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	7	4.52%
21	Passeriformes	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	6	3.87%
22	Passeriformes	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibíú	4	2.58%
23	Passeriformes	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	3	1.94%
24	Columbiformes	<i>Zenaidia asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	7.10%
25	Columbiformes	<i>Zenaidia macroura</i>	Huilota Común	14	9.03%
<b>TOTAL</b>				<b>155</b>	<b>100.00%</b>

**b) Grupo de MASTOFAUNA**

**Índice de diversidad**

Para el grupo de mastofauna se obtuvo una riqueza de 8 especies con 36 individuos registrados, se presenta el valor de la abundancia de las especies.

**Tabla 11. Registros de mastofauna para SBC.**

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Chiroptera	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	11	30.56%
2	Cingulata	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	1	2.78%
3	Artiodactyla	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	2	5.56%
4	Didelphimorphia	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	5	13.89%
5	Chiroptera	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	8	22.22%
6	Rodentia	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	4	11.11%
7	Rodentia	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	2	5.56%
8	Carnivora	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	3	8.33%
<b>TOTAL</b>				<b>36</b>	<b>100.00%</b>

**c) Grupo de HERPETOFAUNA**

**Índice de diversidad**

Para el grupo de herpetofauna se obtuvo una riqueza de 6 especies con 44 individuos registrados, así mismo se presenta el valor de la densidad y la abundancia de las especies. De las cuales, dos se encuentran registradas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM: *Aspidoscelis lineattissimus* y *Ctenosaura pectinata* registradas en protección especial (Pr) y Amenazada (A) respectivamente.

**Tabla 12. Registros de Herpetofauna para SBC.**

NO.	ORDEN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
1	Squamata	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	5	11.36%
2	Squamata	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico de líneas	14	31.82%
3	Squamata	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Lagartija cola azul	13	29.55%
4	Squamata	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	1	2.27%
5	Squamata	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	4	9.09%
6	Squamata	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	7	15.91%
<b>TOTAL</b>				<b>44</b>	<b>100.00%</b>

**VII.1.2.2.4. Índices de diversidad y equitatividad de la fauna existente en el AP**

A continuación, se muestran los resultados de diversidad para cada grupo faunístico.

**Tabla 13. Resumen de los índices de diversidad para los grupos faunísticos.**

Área de análisis	GRUPO FAUNÍSTICO	RIQUEZA ESPECÍFICA (S)	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)	EQUIDAD DE PIELOU (J)
Área del proyecto (AP)	ORNITOFAUNA	25	4.2859	0.9229
	MASTOFAUNA	8	2.6583	0.8752
	HERPETOFAUNA	6	2.2624	0.8752

Analizando de manera conjunta los índices de biodiversidad obtenidos por los distintos grupos de fauna que fueron avistados en el muestreo del área del proyecto, muestran que tanto como el grupo de los mamíferos y reptiles, la biodiversidad es media, mientras que el grupo de las aves, es el único que exhibe una biodiversidad alta.

Por otra parte, en los casos de los grupos de los mamífero y reptiles el índice de equitatividad indica la existencia de especies dominantes, cuya diferencia con las especies menos abundantes es significativa, mientras que en el grupo de las aves esta característica es menos marcada, pero aún se considera la existencia de una especie mejor adaptada a las condiciones del área del proyecto.

Se concluye que debido a los índices obtenidos, el área del proyecto presenta perturbaciones, principalmente ocasionadas por el hombre y la infraestructura existente, que han desplazado a las especies de fauna en su mayoría, ya que el ecosistema no les proporciona el albergue cómodo para su desarrollo, por lo que se trasladan hacia zonas vírgenes y con vegetación más densa, la cuales en su mayoría se encuentran alejadas del hombre, cabe mencionar que los polígonos del área del proyecto se encuentra en las cercanías de poblados rurales, y vías de comunicación terrestres, así como, líneas de luz, etc.

### VII.1.3. PAISAJE

El análisis del paisaje del área donde se ubica el proyecto se realizó considerando criterios geológicos y de relieve que se presentaron en el Sistema ambiental regional, con el objetivo principal de caracterizar la Calidad Visual Vulnerable (CVV) como un indicador de la susceptibilidad del deterioro del paisaje en función de la Calidad Visual (CV), Capacidad de Absorción Visual (CAV) y de la Visibilidad (V), los cuales se describen a continuación.

La metodología para el cálculo de los elementos del paisaje en el Sistema Ambiental Regional se presentó a detalle en el capítulo IV, por lo que en este apartado se presentan los elementos del paisaje correspondientes al Área del proyecto.

#### VII.1.3.1. Calidad Visual del Paisaje (CV)

La calidad visual del paisaje referida como la valoración del atractivo visual del paisaje está en función de propiedades tales como colores, contrastes o formas que dependen de la morfología del paisaje, el tipo de vegetación y la presencia de cuerpos de agua entre otros.

De acuerdo con la evaluación del atractivo visual del paisaje, el área del proyecto se encuentra en la clase *Baja*. Esto como resultado una alteración en niveles bajos, así como características homogéneas y similares con las de la región.

#### VII.1.3.2. Capacidad de Absorción Visual (CAV)

La capacidad de absorción visual es la capacidad que tiene un paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual, lo que centra la atención. Esta variable es lo opuesto al concepto de "fragilidad visual", que es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se hace un uso de éste, en otras palabras, expresa el grado de deterioro que el paisaje

experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. De acuerdo con lo anterior, a mayor capacidad de absorción visual corresponde menor fragilidad o vulnerabilidad visual.

La capacidad de absorción visual en el área del proyecto es *Media*, determinado por que las características del potencial estético, estabilidad del suelo y pendientes tuvieron valores medio de acuerdo con los criterios establecidos para la determinación del atractivo visual del paisaje.

Por lo que se refleja poca fragilidad en el área, es decir que, a pesar de realizar modificaciones en el sitio, el medio tiene la capacidad de absorber y atenuar los cambios realizados, reduciendo el reflejo de las actividades que en él se presenten, con lo cual se puede concluir que el proyecto tendría un bajo impacto sobre este componente.

### ***VII.1.3.3. Grado de Visibilidad***

Para fines del estudio, la visibilidad es el espacio geográfico desde donde puede ser visto un proyecto o actuación humana, en otras palabras, su incidencia visual, que depende de la conformación del terreno, de propiedades de la vegetación y de las dimensiones propias del proyecto en particular.

Para el caso de este proyecto, la determinación del grado de visibilidad se realizó mediante una evaluación de las unidades de uso de suelo y vegetación que conforman el Sistema Ambiental Regional. Los valores que se utilizaron en la evaluación fueron: 1, 2 y 3 con la clasificación de visible, poco visible y no visible, respectivamente; considerando para cada unidad las propiedades de la vegetación, la conformación del terreno y la pendiente.

El mayor porcentaje (50.15%) del grado de visibilidad presente en el Sistema Ambiental Regional, pertenece a la clasificación de *Visible*, esto se debe principalmente a que el terreno presenta distintas elevaciones, exposiciones y pendientes, con presencia de selva, y por ende diversa densidad de arbolado.

### ***VII.1.3.4. Calidad Visual Vulnerable***

Para evaluar la sensibilidad al deterioro del paisaje del área de estudio, se utilizó el índice de Calidad Visual Vulnerable (CVV) en función de los atributos del paisaje antes expuestos (Calidad visual, Capacidad de absorción visual y Visibilidad).

Los resultados señalan que la calidad visual vulnerable *Media* domina significativamente (más del 90% de la superficie), contemplando principalmente a los usos de suelo y a las pendientes presentes en el Sistema Ambiental Regional.

## **VII.1.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

En el municipio de Manzanillo se tuvo una población de 184,541 habitantes en el año 2015 de los cuales 175,018 habitantes se encontraban económicamente activos y 9,523 habitantes como población económicamente inactiva.

La población del municipio de Manzanillo se especializa en las actividades de comercio y servicios con 44.22 %, siguiéndole el grupo de funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos con el 32.29% de la población en edad de trabajar y, la división ocupacional de la industria ocupa un 18.33% de la población económicamente activa que trabaja.

### VII.1.5. PRONÓSTICO AMBIENTAL

Actualmente el Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta una superficie en donde se ejerce la agricultura de 27.93% en distintas formas de riego como lo son la agricultura de riego permanente (11.65%), de riego semipermanente y permanente (14.62%), y de temporal permanente (1.96%), otra actividad común en la zona es el pastoreo, en nuestro caso el 6.11% de la superficie es de pastizal cultivado y el 0.13% inducido. El 1.00% corresponde a asentamientos humanos y el 13.44% a cuerpos de agua. Por otra parte, las comunidades florísticas comprenden el 51.39% de la superficie del SAR siendo la mayor cobertura por vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia con 27.87% de la superficie, seguida de vegetación halófila hidrófila en el 16.21%, la vegetación de menor presencia en el SAR es la de bosque de encino y mezquital tropical, estos en el 0.01% y 0.50% respectivamente.

Así mismo de acuerdo con el análisis de diagnóstico ambiental presentado en el capítulo IV se tiene que, en 21 años, la dinámica de cambio de uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental ha sido principalmente por la degradación forestal, representando el 17.77 % de la superficie total.

En el mismo periodo analizado el 43.58 % sufrió algún tipo de degradación en donde los bosques primarios pasaron a ser vegetación de tipo secundario, el 17.77 % los bosques del SAR tuvieron un cambio de destino a terrenos agrícolas y ganaderas, el 9.28 % de la superficie del SAR tuvo permanencia de zonas agrícolas y el 0.06 % hubo permanencia de bosques y selvas. Cabe mencionar que hubo una ligera recuperación de los bosques, debido al abandono de tierras agrícolas y agostaderos, sin embargo, este representa menos del 1% de la superficie del SAR.

Por lo anterior el pronóstico ambiental, sin considerar los impactos que ocasionaría la realización del proyecto se tienen que, gran parte de la vegetación existente dentro del Sistema Ambiental Regional mantendrá una estabilidad, así como también se espera recuperación de la vegetación, aunque en un porcentaje muy bajo. No obstante, habrá una ligera tendencia en el cambio de suelo principalmente por la apertura de zonas agrícolas y ganaderas.

Las condiciones de una buena cobertura forestal permitirán la continuidad del funcionamiento de ecosistemas y la conservación de la diversidad de flora y fauna, brindando protección al suelo, reflejado en niveles de erosión leve (0-10 ton/año), evitando a su vez el incremento en escurrimiento y mayor capacidad de infiltración de agua al suelo.

## VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIO CON PROYECTO

En este apartado se presentarán datos de los componentes ambientales que son afectados en la ejecución del proyecto, es decir, aquellas que presentan un impacto directo durante las etapas del proyecto y corresponde únicamente a la superficie forestal que será removida (8.7004 hectáreas).

### VII.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

#### VII.2.1.1. Factor Suelo

Dentro del factor suelo los principales indicadores de impacto son la pérdida de suelo, por lo que se evaluó la erosión hídrica y eólica una vez ejecutado el proyecto (remoción de vegetación).

##### VII.2.1.1.1. Erosión hídrica una vez ejecutada la remoción de vegetación.

Una vez realizado el proyecto, la superficie de cobertura vegetal presenta cambios, por tal motivo la erosión actual en el Área del Proyecto también se ve modificada.

En este escenario se estimó la erosión hídrica haciendo el supuesto de haber ejecutado la remoción de la vegetación, por lo que se determinó un valor de  $C = 0.45$  considerando la eliminación de la totalidad de la vegetación natural presente en el proyecto.

Tabla 14. Valores de la erosión hídrica una vez realizada la remoción de vegetación.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN TOTAL (ton/ha/año)	EROSIÓN TOTAL (ton/año)
Selva baja caducifolia	8.7004	12.37	107.62
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>12.37</b>	<b>107.62</b>

Como se puede observar en la tabla anterior, una vez realizado el proyecto, la erosión hídrica será de 107.62 toneladas por año, lo que representa un aumento de 105.05 toneladas de pérdida de suelo con la ejecución del proyecto. Sin embargo, para contrarrestar este aumento, se contemplan medidas de mitigación que compensen la cantidad pronosticada de suelo que se pierde con la realización del proyecto.056

##### VII.2.1.1.2. Erosión eólica una vez ejecutada la remoción de vegetación

Para determinar la erosión posterior a la realización del proyecto se supuso el factor V (cobertura vegetal) con un valor de 0.45 considerando las mismas razones que se tomaron para la determinación de la erosión hídrica. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.



**Tabla 15. Erosión eólica una vez realizada la remoción de vegetación.**

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	EROSIÓN TOTAL (ton/ha/año)	EROSIÓN TOTAL (ton/año)
Selva baja caducifolia	8.7004	45.58	396.56
<b>TOTAL</b>	<b>8.7004</b>	<b>45.58</b>	<b>396.56</b>

De acuerdo con los resultados obtenidos, la erosión eólica que se presentará con la realización del proyecto será de 396.56 toneladas anuales.

Para compensar la pérdida de suelo generada por el proyecto, se propondrán medidas de mitigación para minimizar el impacto de las actividades hacia el factor suelo. De esta manera se buscará que, con las obras propuestas, la erosión del suelo se reduzca en un valor similar o menor al que se tiene en las condiciones actuales del AP.

### **VII.2.1.2. Factor Agua**

En el caso del factor agua, se presentan los valores una vez realizado el proyecto, considerando que el principal impacto del proyecto es mediante la reducción de la infiltración del agua, lo que implica un aumento en el escurrimiento superficial, esto derivado de la remoción de la vegetación, que es uno de los componentes fundamentales para que se lleve a cabo el ciclo hidrológico. En este escenario el valor de la precipitación se mantiene ya que no se ve modificado con la remoción de la vegetación.

#### **VII.2.1.2.1. Intercepción de la vegetación una vez ejecutada la remoción de vegetación**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del cálculo del escurrimiento una vez realizado el proyecto.

**Tabla 16. Intercepción de la vegetación escenario con proyecto**

POLÍGONO	ÁREA (ha)	AGUA PRECIPITADA (m³)	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN	AGUA CAPTADA POR LA COBERTURA (m³)	COEFICIENTE DE INTERCEPCIÓN	INTERCEPCIÓN (m³)
Área de remoción	8.7004	82,184	0	0	0.07	0
<b>Total</b>	<b>8.7004</b>	<b>82,184</b>		<b>0</b>		<b>0</b>

Como se puede observar, la intercepción de la vegetación una vez ejecutado el proyecto es de 0 ya que habrá remoción de la cobertura vegetal.

#### **VII.2.1.2.2. Evapotranspiración real una vez ejecutada la remoción de vegetación**

En este apartado se presentan los valores de evapotranspiración real una vez realizada la remoción de la vegetación. Como se observa en la siguiente tabla la ETR presenta un valor de 60,626 m³/año.

**Tabla 17. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.**

EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (mm)	ÁREA EN HA	EVAPOTRANSPIRACIÓN ANUAL (M³)
696.82	8.7004	60,626

Fuente: La Evapotranspiración anual es el resultado de la evapotranspiración real multiplicada por el área del proyecto

De acuerdo con las estimaciones realizadas la evapotranspiración es de **60,626 m<sup>3</sup>** el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de 82,184 m<sup>3</sup> el coeficiente es de 73.77, este cociente indica que del 100% del agua precipitada, el 73.77% se evapotranspira.

### VII.2.1.2.3. Ecurrimiento medio una vez ejecutada la remoción de vegetación

En la siguiente tabla, se presenta el escurrimiento medio una vez ejecutado el proyecto.

**Tabla 18. Ecurrimiento en el escenario con proyecto.**

POLÍGONO	ÁREA (HA)	AGUA PRECIPITADA (M <sup>3</sup> )	COBERTURA DE LA VEGETACIÓN	FACTOR K SUELO C (SUELO DESNUDO)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	ESCURRIMIENTO (M <sup>3</sup> )
Área de remoción	8.7004	82,184	0	0.26	0.164	13,448
<b>Total</b>	<b>8.7004</b>	<b>82,184</b>				<b>13,448</b>

De acuerdo con lo anterior, el **escurrimiento total una vez ejecutado el proyecto** es de **13,448 m<sup>3</sup>** lo que representa un **16.36%** del total de agua captada en la zona.

### VII.2.1.2.4. Infiltración una vez ejecutada la remoción de vegetación

Con base a las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se tiene el siguiente balance:

$$\text{Infiltración} = 82,184 - (0 + 60,626 + 13,448) = 8,110 \text{ m}^3$$

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto **se tendría una disminución de 6,037 m<sup>3</sup> (14,146 – 8,110).**

### VII.2.1.3. Aire

El componente aire presentará impactos principalmente por el uso de vehículos y maquinaria en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, por la emisión de gases a la atmósfera y la liberación de partículas de polvo. Sin embargo, el impacto será mínimo, ya que se asegurará que estos ocupados cumplan con las especificaciones previstas en las siguientes normas oficiales:

**NOM-041-SEMARNAT-2015**, 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-042-SEMARNAT-2003**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores.

**NOM-044-SEMARNAT-2006**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno,

partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel 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.

Por lo que los impactos en este factor serán mínimos, además de presentar una afectación temporal, por lo que el proyecto no afecta en gran magnitud la calidad del aire.

## VII.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

### VII.2.2.1. Factor flora

Con la finalidad de tener un punto comparativo de la afectación que implica el desarrollo del proyecto en el factor flora, a continuación, se presenta una relación de las especies que se infirieron para el Área del proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional (SAR), demostrando así que todas y cada una de las especies que se presentaban en el AP, se encuentran representadas en el SAR. Los datos fueron retomados del análisis presentado en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

En este apartado se presenta una comparativa entre las especies presentes en el área del proyecto (AP) y el sistema ambiental regional (SAR), el análisis se divide por estratos para el tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

**\* Selva baja caducifolia (SBC)**

**Tabla 19. Listado de comparación de especies del estrato arbóreo de la vegetación SBC e IVIE%.**

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1	Espino blanco	<i>Acacia cymbispina</i>	4.55	1.01	1.45	7.01	6.67	2.36	3.16%	12.19%
2	Huizcolote	<i>Acacia hindsii</i>	1.52	0.32	0.00	1.83	2.86	7.12	0.70%	10.67%
3	Coliguana	<i>Cordia seleriana</i>	12.12	6.36	13.31	31.79	16.19	8.67	20.30%	45.17%
4	Builillo	<i>Crateva tapia</i>	33.33	80.40	20.28	134.02	20.00	58.95	20.29%	99.24%
5	Camichin	<i>Ficus pertusa</i>	3.03	0.32	6.92	10.27	2.86	0.38	0.86%	4.10%
6	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	21.21	6.93	35.10	63.24	15.24	5.43	37.72%	58.39%
7	Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	21.21	4.47	22.77	48.46	11.43	2.86	12.81%	27.10%
8	Amatillo capulin	<i>Sapium lateriflorum</i>	3.03	0.19	0.17	3.39	2.86	0.38	0.15%	3.39%
9	Limón	<i>Citrus aurantifolia</i>					0.95	0.08	0.05%	1.09%
10	Palma de coco	<i>Coco nucifera</i>					1.90	0.13	0.28%	2.31%
11	Palo acanalado	<i>Cupania glabra</i>					1.90	7.87	0.01%	9.78%

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
12	Cacahual	<i>Gliricidia sepium</i>					1.90	0.42	0.00%	2.33%
13	Mango	<i>Mangifera indica</i>					1.90	1.05	0.17%	3.13%
14	Timuchil	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>					0.95	1.22	2.30%	4.47%
15	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>					1.90	0.17	0.53%	2.60%
16	Manzanito	<i>Recchia mexicana</i>					3.81	1.09	0.37%	5.28%
17	Primavera	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>					1.90	0.42	0.00%	2.33%
18	Rosa morada	<i>Tabebuia rosea</i>					3.81	0.97	0.29%	5.07%
19	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>					0.95	0.42	0.00%	1.38%
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Tabla 20. Listado de comparación de especies del estrato arbustivo de la vegetación SBC e IVIE%.

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1	Bejuco faja de vieja	<i>Amphilophium crucigerum</i>	4.48	0.90	2.67	8.05	2.83	0.32	3.71	6.86
2	Bejuco matapalos	<i>Celastrus pringlei</i>	2.99	0.65	1.86	5.49	2.83	0.53	10.27	13.63
3	Bejuco corona	<i>Paullinia fuscescens</i>	10.45	4.46	18.02	32.92	9.43	4.69	24.98	39.11
4	Granjeno	<i>Celtis iguanaea</i>	14.93	13.24	43.34	71.51	12.26	9.15	13.16	34.58
5	Bejuco tripa de vaca	<i>Cissus microcarpa</i>	4.48	1.23	5.13	10.83	3.77	0.64	5.84	10.25
6	Zarzar tamborcillo	<i>Gouania lupuloides</i>	2.99	0.90	4.06	7.95	3.77	0.43	1.23	5.44
7	Gordadura	<i>Hyperbaena ilicifolia</i>	5.97	2.97	0.42	9.36	7.55	27.16	7.01	41.71
8	Mora silvestre	<i>Lantana hirta</i>	8.96	5.62	2.94	17.51	2.83	0.32	0.27	3.42
9	Crucillo	<i>Randia tetraacantha</i>	2.99	0.90	0.26	4.15	3.77	0.94	0.79	5.50
10	Bejuco costero	<i>Scaevola plumieri</i>	25.37	56.40	14.07	95.84	18.87	38.80	19.01	76.68
11	Bejuco serjania	<i>Serjania brachycarpa</i>	13.43	10.34	6.88	30.65	15.09	12.38	7.30	34.77
12	Bejuco coliguano	<i>Stegnosperma cubense</i>	2.99	2.39	0.35	5.73	5.66	1.78	2.26	9.71
13	Guamora	<i>Bromelia pinguin</i>					1.89	0.53	0.31	2.72
14	Bejuco cahuite	<i>Cryptostegia grandiflora</i>					2.83	0.53	0.27	3.62
15	Otatillo	<i>Lasiacis divaricata</i>					1.89	1.14	0.02	3.05
16	Retama	<i>Senna obtusifolia</i>					2.83	0.43	0.09	3.35
17	Bejuco 3 costillas	<i>Serjania triquetra</i>					1.89	0.23	3.48	5.60
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

**Tabla 21. Listado de comparación de especies del estrato herbáceo de la vegetación SBC.**

NO.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AP				SAR			
			FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
1	Pasto grama	<i>Cynodon dactylon</i>	2.60	11.97	2.20	16.77	3.62	5.09	2.48	11.20
2	Coquillo	<i>Cyperus rotundus</i>	4.55	2.28	2.73	9.55	5.07	3.71	2.63	11.41
3	Toluache	<i>Datura stramonium</i>	4.55	2.85	3.36	10.75	2.17	2.78	1.02	5.98
4	Pasto guinea	<i>Megathyrus maximus</i>	2.60	4.27	2.94	9.81	2.17	2.78	1.61	6.56
5	Pepinillo amarillo	<i>Momordica charantia</i>	6.49	2.85	5.77	15.12	2.90	1.85	2.63	7.38
6	Pasto tanzania	<i>Panicum maximum</i>	49.35	58.96	59.60	167.92	55.80	62.02	68.91	186.72
7	Arriscale patras	<i>Petiveria alliacea</i>	1.95	0.86	0.94	3.75	3.62	4.63	3.36	11.61
8	Acapan	<i>Pseudabutilon ellipticum</i>	2.60	1.43	1.47	5.49	2.90	2.32	1.17	6.38
9	Sena	<i>Senna occidentalis</i>	5.84	3.13	3.99	12.96	2.90	1.85	2.34	7.09
10	Chayotillo tronador	<i>Sicyos barbatus</i>	1.95	0.86	2.10	4.90	3.62	2.32	3.21	9.15
11	Guinar	<i>Sida glabra</i>	10.39	6.84	8.92	26.15	5.07	3.71	3.80	12.57
12	Guinar morado	<i>Sida rhombifolia</i>	4.55	2.28	4.20	11.02	3.62	2.32	3.21	9.15
13	Abrojo	<i>Tribulus cistoides</i>	2.60	1.43	1.78	5.81	3.62	2.78	2.19	8.59
14	Quelite	<i>Amaranthus spinosus</i>					1.45	0.93	0.58	2.96
15	Hierva de la golondrina	<i>Euphorbia brasiliensis</i>					1.45	0.93	0.88	3.25
<b>Total</b>			<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

- \* Comparativa de los índices de diversidad para el AP y el SAR donde se ubica el proyecto.

Los resultados obtenidos por tipo de vegetación entre el AP y el SAR se muestran en la siguiente tabla.

- \* *Selva baja caducifolia (SBC)*

**Tabla 22. comparativa de los índices de biodiversidad en las unidades de estudio.**

UNIDAD DE ANÁLISIS	ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD	ESTRATO ARBÓREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
Área del proyecto (AP)	Riqueza de especies (S)	8	12	13
	Índice de Shannon (H)	1.1097	2.2127	2.2653
	Equitatividad de Pielou (J)	0.3699	0.6172	0.6122
Sistema ambiental regional (SAR)	Riqueza de especies (S)	19	17	15
	Índice de Shannon (H)	2.2977	2.4846	2.3508
	Equitatividad de Pielou (J)	0.5409	0.6073	0.6017

De acuerdo a los resultados de riqueza y biodiversidad, se puede observar que en el Sistema ambiental regional (SAR) se tiene mayor presencia de especies en todos los estratos, siendo más significativo en el estrato de arbóreo donde se tiene 11 especies más en el SAR a comparación del

AP, en el arbustivo con 5 especies más en el SAR que en el AP y finalmente el estrato herbáceo con dos especies más en el SAR que en el AP.

Para el área del sistema ambiental regional se encontraron 51 especies distribuidas en los 3 estratos para el área del SAR.

El índice de biodiversidad más elevado para el SAR en la vegetación de Selva baja caducifolia lo posee el estrato arbustivo, seguido del herbáceo y en último lugar el arbóreo.

Por otra parte, el estrato arbustivo presenta en su estructura el mayor índice de equitatividad, y enseguida el herbáceo y finalmente el estrato arbóreo; en los tres estratos se percibe una diferencia significativa en la población de las especies dominantes con respecto a las menos abundantes debido a los bajos valores en este último índice.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se concluye que el área del SAR respecto al AP presenta un mayor número de especies (riqueza específica), mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon para todos los estratos y por último equitatividad que demuestran una distribución homogénea, además todas las especies que se encontraron en el AP están representadas en el SAR.

Cabe mencionar que el muestreo no arrojó especies que se encuentren registradas en la NOM-059 SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo en el área del proyecto, sin embargo, es importante mencionar que, como medida de prevención se propone el rescate de aquellos individuos que pudieran ser afectados durante la realización del proyecto.

#### **VII.2.2.2. Factor fauna**

Durante el muestreo de fauna silvestre en la vegetación SBC la riqueza de especies de vertebrados observada en el SAR comprende 72 especies pertenecientes a las clases de anfibios, aves, mamíferos y reptiles, en donde el grupo de las aves presenta una mayor variedad de organismos pertenecientes a distinto orden, familia y mayor número de especies, mientras que en el caso opuesto los anfibios registran la menor diversidad en su clasificación taxonómica con tan solo 1 orden y 1 familia, debido al registro únicamente de 2 especies

A continuación, se muestra un resumen de la fauna silvestre potencial presente en las áreas de análisis.

**Tabla 23. Representatividad de la fauna presente, cuya distribución potencial corresponde al área del AP y SAR.**

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDÉMICA
Ornitofauna	68	430	68	38
Mastofauna	21	128	6	19
Reptiles	23	74	27	40
Anfibios	8	17	4	6
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>649</b>	<b>105</b>	<b>103</b>

- Comparativa de los índices de diversidad faunística para el Área del proyecto (AP) y el Sistema ambiental regional (SAR).

Al llevar a cabo el análisis de fauna silvestre, se procedió a realizar la comparación de las especies presentes en el área del SAR con el AP para el tipo de vegetación analizado, arrojando los siguientes resultados;

Tabla 24. Comparativa de especies de fauna dentro del Sistema ambiental regional y Área del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común	SAR	AP
<b>Anfibios</b>				
Bufo	<i>Incilius marmoratus</i>	Sapo jaspeado	P	NP
Bufo	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapon	P	NP
<b>Aves</b>				
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	P	P
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	P	P
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	P	P
Icteridae	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique mexicano	P	P
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	P	P
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	P	P
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	P	P
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	P	P
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	P	NP
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Chuparosa Canelo	P	NP
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	P	NP
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	P	NP
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	P	NP
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	P	NP
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorin arcoiris	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina versicolor</i>	Colorin morado	P	NP
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Hermosa Cariblanca	P	NP
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	P	NP
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	P	NP
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Paserina azul	P	NP
Tityridae	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Cabezón degollado	P	NP
Odontophoridae	<i>Philortyx fasciatus</i>	Codorniz de monte	P	NP
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	P	P
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	P	P
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	P	P
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado	P	P
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	P	P
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canelo	P	NP
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	P	NP
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos	P	NP
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	P	NP
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de líneas	P	P
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	P	P
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	P	P
Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	P	P
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	P	P
Troglodytidae	<i>Thryophilus sinaloa</i>	Saltapared Sinaloense	P	P
Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano Chibíu	P	P
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso canela	P	P
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	P	P
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	P	P



Familia	Especie	Nombre común	SAR	AP
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	P	P
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	P	P
<b>Mamíferos</b>				
Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	P	P
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	P	P
Phyllostomidae	<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago orejon	P	NP
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	P	NP
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	P	NP
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	P	NP
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	P	P
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	P	P
Sciuridae	<i>Notocitellus annulatus</i>	Tesmo	P	P
Cricetidae	<i>Osgoodomys banderanus</i>	Rata	P	P
Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Jabalina	P	P
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	P	P
<b>Reptiles</b>				
Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Anolis	P	P
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	P	NP
Viperidae	<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	P	NP
Iguanidae	<i>Iguana</i>	Iguana verde	P	NP
Colubridae	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	P	NP
Colubridae	<i>Masticophis anthonyi</i>	Chirriónera	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus horridus</i>	Espinosa del pacífico	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño espinoso	P	NP
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Espinosa de collar	P	NP
Teiidae	<i>Aspidozelis deppii</i>	Huico de líneas	P	P
Teiidae	<i>Aspidozelis lineatissimus</i>	Lagartija cola azul	P	P
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	P	P
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño cabeza roja	P	P
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	P	P

P: Presente, NP: No Presente

En las tablas siguientes se muestran los resultados de diversidad que se obtuvieron para los tres grupos faunísticos, tanto para el SAR como para el AP, lo que facilita poder realizar la comparación entre las unidades de estudio y determinar cuál de ellas cuenta con la mayor riqueza específica y diversidad.

Tabla 25. Comparativa de los índices de diversidad de fauna registrados en la vegetación de SBC.

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
	RIQUEZA ESPECÍFICA		ÍNDICE DE SHANNON		EQUIDAD DE PIELOU	
ORNITOFAUNA	44	25	5.1511	4.2859	0.9435	0.9229
MASTOFAUNA	12	8	3.3433	2.6583	0.9326	0.8752
HERPETOFAUNA	14	6	3.2093	2.2624	0.8429	0.8752
ANFIBIOS	2	0	0.918	0	0.918	0

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que con base en los muestreos de campo del sistema ambiental regional (SAR) se tiene mejores condiciones de riqueza, abundancia y biodiversidad en los diferentes grupos faunísticos que en el área del proyecto (AP), a pesar de que el muestreo realizado en el SAR no necesariamente refleja la totalidad de las especies presentes en la misma, debido a la imposibilidad de muestrear la totalidad de la superficie considerada, por lo que la diferencia puede aún ser mucho mayor. Sin embargo, los 3 grupos faunísticos del SAR están cerca de tener una equitatividad de las especies presentes, dada su cercanía con el índice de biodiversidad máximo.

La utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad. Con ello se demuestra que la composición de la fauna que se encontró en comparación con las áreas muestreadas en los mismos ecosistemas fuera del área del proyecto y dentro del sistema ambiental fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuidas o afectada.

También, es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas y en general son áreas con presencia de actividades antropogénicas, como la ganadería extensiva y por las actividades de comunicación y transporte por un lado la vía férrea de Manzanillo-Irapuato y la autopista Manzanillo-Guadalajara, por lo que las especies de fauna han disminuido gradualmente en la zona, y en consecuencia con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la permanencia de las especies de fauna en la región.

De acuerdo con listado de fauna en el área del proyecto, sólo se tienen dos especies incluida en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son *Aspidoscelis lineattissimus* y *Ctenosaura pectinata* registradas en protección especial (Pr) y Amenazada (A) respectivamente.

### VII.2.3. PAISAJE

El paisaje es uno de los factores que presenta modificación por la ejecución del proyecto, donde influirá la remoción de la vegetación. Sin embargo, solo se afectará dentro del derecho de vía por lo que, el paisaje no se verá afectado de manera significativa, así mismo, en las zonas aledañas existe una carretera, así como vías férreas

Además de que la capacidad de absorción visual del área de influencia del proyecto se encuentra dentro de las clases *Media*, es decir, tiene la capacidad para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. De acuerdo con esto, la Calidad Visual Vulnerable (CVV), que determina la sensibilidad al deterioro del paisaje se encuentra en su mayoría como clase *Media*, lo que significa que las condiciones del ecosistema permiten que sea poco susceptible a cambios cuando se hace uso de este.

### VII.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Se tienen aspectos importantes para el municipio de Manzanillo, ya que se reconocieron beneficios económicos al corto plazo, esto a través de la generación de empleos y derrama económica que se puede generar derivado de las actividades a realizar en cada una de las fases del proyecto.

Se considera una derrama económica por alojamiento y/o renta de espacios para los trabajadores de las empresas contratistas a cargo del desarrollo del proyecto, compra de víveres y en su caso elaboración de comida. Se tiene la posibilidad de contratar personas de las localidades cercanas para las actividades de mitigación propuestas, como es el caso de la reforestación, rescate y reubicación de flora y fauna, y en la realización de obras de conservación y restauración de suelo y agua.

---

## VII.2.5. PRÓNOSTICO AMBIENTAL

Una vez analizado las tendencias del escenario anterior, se expone que para el escenario con proyecto en el Área de influencia y el sistema ambiental regional se tendrá una afectación puntual dadas las características del proyecto, su realización implica la afectación de vegetación de selva baja caducifolia en condiciones de vegetación secundaria; la afectación a que se refiere implica en la reducción de la cobertura forestal y en la afectación en la composición florística. Por otro lado, de manera natural se establecerán pastos, hierbas anuales y malezas que cubrirán la superficie afectada.

Además, se puede generar una posible afectación de las especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo, así como de nidos y madrigueras, generando una reducción en el hábitat de algunas especies. La fauna que presenta una movilidad muy baja puede ser afectada (atropellamiento) por el paso de la maquinaria empleada en las diferentes actividades del proyecto.

La reducción en la cobertura vegetal se ve reflejada en una menor protección al suelo contra los diferentes procesos erosivos por efecto del agua y aire. Los suelos desprovistos de vegetación ocasionaran un aumento en la velocidad de los escurrimientos al presentarse un evento de lluvia, reduciendo el volumen de infiltración del agua precipitada.

En caso de que no exista un manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos, que el proyecto generará, se tendrá una posible contaminación del suelo. Se prevé la introducción de rasgos antropogénicos durante la construcción y operación del proyecto.

Aunado a las condiciones del escenario sin proyecto, en el área de influencia y sistema ambiental, se presentarán impactos derivados de la realización del proyecto y estos serán de carácter puntual, es decir, estas actividades no intervienen directamente con la degradación actual del Sistema Ambiental Regional, sin embargo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación estrictamente necesarias.

## VII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En este apartado se discuten los componentes ambientales que presentan un impacto en el desarrollo del proyecto, mismas que conllevan la realización de las obras de mitigación, por lo que el enfoque es hacia los componentes de suelo, agua, vegetación y fauna. En el caso del factor suelo se utilizarán los indicadores de pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica, para el componente agua se tienen los elementos de escurrimiento superficial e infiltración del agua, para los aspectos de diversidad se consideró el Índice de Valor de Importancia de las especies de flora, así como la superficie que será sujeta a remoción de vegetación en el área del proyecto.



### VII.3.1. SUELO

De acuerdo a las estimaciones realizadas de pérdida potencial de suelos mediante la ecuación universal de pérdida de suelos y la clasificación de los niveles de erosión de acuerdo con la FAO/UNESCO, metodología que se describió detalladamente en el capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "Ampliación de Patio de Tepalcates, ubicado en el Estado de Colima, en el kilómetro ferroviario Línea I, Km I-593 al Km I-598, dentro de los límites del Derecho de vía concesionado", se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26. Erosión hídrica del área del proyecto en dos escenarios.

CLASE DE EROSIÓN	EROSIÓN ACTUAL (TON/AÑO)	EROSIÓN CON REMOCION DE VEGETACIÓN (TON/AÑO)	INCREMENTO (TON/AÑO)
Erosión hídrica	7.57	107.62	100.05
Erosión eólica	34.80	396.56	361.76
<b>Total</b>	<b>42.37</b>	<b>504.19</b>	<b>461.82</b>

**Tabla 27. Escenario ambiental esperado para el componente suelo una vez aplicado las medidas de mitigación.**

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
<p><b>Programa de conservación y restauración de suelo y agua.</b></p>	<p>Se construirán 9,000 metros lineales barreras sedimentadoras con material muerto, 12,830 terrazas individuales y 270 zanjas trincheras.</p>	<p>Retener la cantidad de suelo que se perderá por la remoción de la vegetación.</p> <p>Reducir el arrastre de sedimentos y aumentar la captación de agua en el suelo.</p> <p>Formación de suelo fértil en áreas degradadas.</p>	
<p><b>Programa de reforestación</b></p>	<p>*Se reforestará una superficie de 10 ha con 10,680 individuos de las especies:</p> <p><i>Ficus pertusa</i>: 340  <i>Gliricidia sepium</i>: 2,000  <i>Guazuma ulmifolia</i>: 3,000  <i>Pithecellobium dulce</i>: 3,000  <i>Tabebuia rosea</i>: 2,000  <i>Sapium lateriflorum</i>: 340</p> <p>Y los 2,794 individuos de especies por medio de trasplante, de las especies:</p> <p><i>Acacia cymbispina</i>: 44  <i>Acacia hindsii</i>: 44  <i>Cordia seleriana</i>: 278  <i>Crateva tapia</i>: 1618  <i>Guazuma ulmifolia</i>: 44  <i>Pithecellobium dulce</i>: 122  <i>Lantana hirta</i>: 644 (la cual se plantará entre las otras especies).</p>	<p>Recuperar la cubierta forestal en conjunto con las actividades de reubicación de especies.</p> <p>Establecer una cobertura vegetal que sirva de protección al suelo ante los agentes erosivos.</p>	

### VII.3.2. AGUA

En la siguiente tabla se presentan los valores de infiltración del agua en condiciones actuales y una vez realizado el proyecto.

**Tabla 28. Valores de la infiltración con proyecto, sin proyecto y con obras de mitigación.**

INFILTRACIÓN ACTUAL (M <sup>3</sup> )	INFILTRACIÓN CON PROYECTO (M <sup>3</sup> )	DIFERENCIA (M <sup>3</sup> )
14,146	8,110	6,037

La cantidad de agua que se infiltra una vez realizado el proyecto es de 8,110 m<sup>3</sup>, teniendo una diferencia de 6,037 m<sup>3</sup> del de la infiltración actual (14,146 m<sup>3</sup>)

A continuación, se presenta el escenario esperado con la implementación de las obras de captación de agua, lo cual se describe a detalle en el **Programa de conservación y restauración de suelo y agua**. Paralelamente se propone un Programa de Reforestación con el cual se promoverá un incremento en la cobertura de vegetal que permitirá una mayor capacidad de captación de agua en el suelo.

CONSULTA PÚBLICA



**Tabla 29. Escenario ambiental esperado para el componente agua una vez aplicado las medidas de mitigación.**

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
<p><b>Programa de conservación y restauración de suelo y agua (ANEXO E).</b></p>	<p>Se construirán 12,830 terrazas individuales (las cuales se construirán para las plantas de la reforestación sin contar a las del estrato arbustivo) y 270 zanjas trincheras.</p> <p>Construcción de 200 m/ha de barreras sedimentadores en el área de compensación.</p>	<p>Captar la cantidad de agua que se dejara de perder por la remoción de la vegetación.</p> <p>Reducir el escurrimiento superficial en el área propuesta para la ejecución de las obras.</p>	
<p><b>Programa de reforestación (ANEXO D)</b></p>	<p>Se reforestará una cantidad de 12,830 plantas con especies nativas de la región, en una superficie de 10h</p>	<p>Establecer una cobertura forestal que contribuya en el aumento de la infiltración y reducción del escurrimiento superficial.</p>	

CONSULTA PÚBLICA



---

### VII.3.3. FLORA

El área del proyecto se conforma por 17.6852 ha, sin embargo, únicamente en una superficie de 8.7004 hectáreas se realizará remoción de la cubierta forestal, por lo que para compensar esta superficie removida y reducir los daños ocasionados por la remoción, se propone realizar las medidas de prevención y de mitigación. En este caso se propone la realización de un programa de reforestación en una superficie de 10 hectáreas y el rescate y reubicación de flora.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 30. Escenario ambiental esperado para el componente flora con la implementación de las medidas de mitigación.

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
<p><b>Programa de reforestación (ANEXO D).</b></p>	<p>Se reforestará una cantidad de 12,830 plantas con especies nativas de la región, en una superficie de 10h</p>	<p>Establecer la vegetación y el incremento de la cobertura vegetal afectada por el desarrollo del presente proyecto.</p> <p>Mantener una composición similar de la vegetación que será afectada reforestando con especies de mayor valor de importancia.</p>	
<p><b>Programa de Rescate y Reubicación de Flora (ANEXO B)</b></p>	<p>Se rescatará 2,794 individuos iguales o menores a 1.5 m de altura.</p> <p>Recolectar 14 gk de germoplasma de las especies <i>Ficus pertusa</i>, <i>Pithecellobium dulce</i> y <i>Sapium lateriflorum</i> para producir planta en vivero para su posterior trasplante (las cuales serán utilizadas para satisfacer el número de plantas de estas especies consideradas en la reforestación del sitio de compensación).</p>	<p>Conservar las especies de mayor importancia dentro del área del proyecto.</p>	



---

#### VII.3.4. FAUNA

La remoción de la vegetación afectara al componente fauna, principalmente con la disminución de la disposición de refugios y lugares de nidificación, así como la reducción de las fuentes de alimento, no obstante, se espera que con las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares, estas se adapten al nuevo sitio de reubicación.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 31. Escenario ambiental esperado para el componente fauna con la implementación de las medidas de mitigación.

PROGRAMA DE MITIGACIÓN	PARTICULARIDADES	ESCENARIO ESPERADO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
<p><b>Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (ANEXO C)</b></p>	<p>Se rescatarán los nidos y se desalojarán madrigueras que se localicen en el área del proyecto.</p> <p>Se rescatarán y reubicarán todos los individuos que se registren en el área del proyecto., dando especial atención a las que están enlistadas en la especie enlistada en la <b>NOM-059-SEMERNAT-2010.</b></p> <p>Se ahuyentarán las especies con la finalidad de que estos se alejen por sus propios medios.</p>	<p>Adaptación de las especies en los sitios de reubicación.</p> <p>Conservación de las especies de los tres grupos faunísticos registrados en el área del proyecto.</p>	
<p><b>Programa de reforestación (ANEXO D)</b></p>	<p>Se reforestará una cantidad de 12,830 plantas con especies nativas de la región, en una superficie de 10h.</p>	<p>Establecer una cobertura forestal mayor a la que será afectada con la remoción de la vegetación, esperando que en determinado tiempo estas áreas sirvan como sitios de refugio y anidación, así como la existencia de fuentes de alimento.</p>	

---

## VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental esperado para el escenario con proyecto y una vez implementada las medidas de prevención, mitigación y compensación, en general las condiciones de los componentes suelo, agua, flora, fauna y aire no serán afectadas.

Las condiciones de la vegetación forestal se mantendrán, ya que serán rescatadas y reubicadas especies representativas en condiciones similares, manteniendo una composición florística similar a los tipos de vegetación existentes. Mediante las actividades de reforestación la cobertura forestal será recuperada en una superficie mayor a la que será afectada con la remoción de la vegetación.

No habrá afectación de la fauna alada, ya que estas se rescatarán y reubicarán en las zonas similares del proyecto, dándole prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como las de lento desplazamiento. Los nidos no se verán afectados ya que se reubicarán, así mismo se realizará el desalojo de madrigueras.

El nivel de erosión del suelo permanecerá en nivel ligero, la infiltración del agua no se reducirá y no habrá mayor escurrimiento ya que se mitigarán mediante la implementación de la reforestación y de las obras de conservación de suelo y agua.

No habrá contaminación del suelo y agua ya que se realizará el manejo adecuado de los diferentes residuos que se generen durante las actividades del proyecto, así como el mantenimiento preventivo a la maquinaria utilizada.

De manera general el sistema ambiental regional presentará mejores condiciones en áreas susceptibles a la degradación; zonas agrícolas y de pastizal inducido, donde serán implementadas las obras de conservación y restauración de suelo y agua, así como las actividades de reforestación, el desarrollo de esta cobertura brindará mayor protección al suelo reduciendo la tasa de erosión, el escurrimiento superficial y aumentando la infiltración del agua.

## VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Existen ciertos factores importantes a considerar para la selección del sitio del proyecto, principalmente factores ambientales, técnicos y socio económicos.

### VII.5.1. Criterios ambientales

- **Menor afectación al medio.** En virtud de que se busca la menor afectación al medio, un criterio fundamental para elegir la ubicación del proyecto fue evitar mayores impactos, por lo que se eligió una ruta que no requiriera de la apertura de vías de acceso para el tránsito de camiones de carga con los que se realizará el transporte de los materiales necesarios para la construcción, en este caso se tiene la presencia de una vía ferrea y una carretera por lo cual ya se tienen precedentes de condiciones impactadas.
- **Ausencia de restricciones ambientales.** En proyecto se encuentra fuera de algún área natural protegida. En el caso de ubicarse dentro del Región hidrológica Prioritaria 025 "Ríos Purificación-Armería" y dentro de UGA 34 "Subcuenca Laguna de Cuyutlán" de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Manzanillo; y en la UGA 88 "Laguna de Cuyutlán", de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima, se consideró que esta no restringe el desarrollo de la obra ni la remoción de vegetación, sin embargo, se plantean medidas de prevención y mitigación con la finalidad de que la ubicación del proyecto sea viable.

Así mismo, se proponen acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y rescate y reubicación de flora, construcción de obras de conservación de suelo y agua, reforestación, así como un programa de vigilancia para que estas acciones se lleven a cabo.

### VII.5.2. Criterios técnicos

- **Presencia de vías de acceso.** Se buscó un área con buenas condiciones de accesibilidad a lo largo del área del proyecto, con la finalidad de reducir tiempos de trabajo y facilitar las diferentes actividades que integran el desarrollo del proyecto. De elegir una ubicación diferente se tendrían problemas de accesibilidad, lo que implicaría mayor tiempo de ejecución, así como la posible apertura de nuevos caminos de acceso, afectando una mayor superficie de vegetación.

Así mismo, el incremento en tiempo se traduciría en mayor uso de maquinaria y equipo, incremento en uso de combustibles, mayor emisión de gases, incremento en la inversión, entre otros factores.

---

### VII.5.3. Criterios socioeconómicos

- **Inversión del proyecto.** El considerar una trayectoria que implicara el no abrir caminos de acceso contribuye que los costos de inversión del proyecto no incrementen considerablemente, además de que aumentaría la facilidad de transportar mercancía lo cual apoya al desarrollo económico.
- **Cercanía al Puerto de Manzanillo.** El Puerto de Manzanillo es la principal puerta para el comercio internacional del Bajío y el Centro de la República Mexicana, que en conjunto representan más del 67 por ciento del PIB y el 55 por ciento de la población nacional. Por lo que, esta infraestructura es vital para la logística de carga y transporte de contenedores para la importación y/o exportación de mercancías en el centro y occidente de México, y su cercanía con el puerto es de gran importancia.

Tomando en cuenta los diferentes criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, se considera que la ubicación del proyecto justifica la necesidad y viabilidad de desarrollarlo en los terrenos seleccionados, dejando de lado, cualquier otra alternativa para su ubicación.

CONSULTA PÚBLICA



# Capítulo VIII

## CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
VIII.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN .....	1
VIII.1.1. ANEXOS.....	1
VIII.1.2. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA.....	2
VIII.1.3. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN EÓLICA.....	7
VIII.1.4. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN .....	7
VIII.1.5. MUESTREO DE FLORA.....	11
VIII.1.6. MUESTREO DE FAUNA.....	13
VIII.1.7. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD Y EQUIDAD DE ESPECIES.....	18
VIII.1.8. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	20
VIII.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	20
VIII.3. FUENTES CONSULTADAS .....	26
VIII.3.1. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
VIII.3.2. CONSULTAS EN LÍNEA.....	32

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANEXOS CONTENIDOS EN EL PRESENTE ESTUDIO. ....	1
TABLA 2. CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA IMPLEMENTAR LA RUSLE.....	2
TABLA 3. ECUACIONES DE EROSIVIDAD DE LA LLUVIA PARA LAS DIFERENTES REGIONES DE MÉXICO. .....	3
TABLA 4. VALORES DE C PARA ÁREAS FORESTALES (TRAGSA, 1998).....	5
TABLA 5. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS (TRAGSA, 1998).....	5
TABLA 6. VALORES DE C PARA ÁREAS AGRÍCOLAS (INIFAP, 2007).....	6
TABLA 7. GRUPOS DE SUELOS DE ACUERDO CON SUS CARACTERÍSTICAS.....	10
TABLA 8. RESULTADOS DEL MODELO DE AJUSTE DE CLENCH PARA LAS CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES.....	13
TABLA 9. ESCALA DE EVALUACIÓN UTILIZADA EN LA MATRIZ DE DOBLE ENTRADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	20
TABLA 10. CRITERIOS QUE COMPONEN LA MATRIZ DE IMPORTANCIA.....	21
TABLA 11. CLASIFICACIÓN DE VALORES DE IMPORTANCIA.....	22

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. REGIONES DE MÉXICO DONDE APLICAN LAS ECUACIONES DE EROSIVIDAD. ....	3
FIGURA 2. FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS LEVANTADOS. ....	11
FIGURA 3. UBICACIÓN DEL PUNTO DE CONTEO DE AVES DENTRO DEL TRANSECTO.....	15
FIGURA 4. TRANSECTO DE MUESTREO DE REPTILES Y ANFIBIOS.....	16
FIGURA 5. TRANSECTO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS.....	17

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

### VIII.1. FORMATO DE PRESENTACIÓN

#### VIII.1.1. ANEXOS

Tabla 1. Anexos contenidos en el presente estudio.

ANEXOS MIA		
	CONTENIDO	ID
CAPÍTULO 1	Documentación Legal	A
PROGRAMAS	Programa de Rescate y Reubicación de flora	B
	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna	C
	Programa de Reforestación del predio de compensación adicional	D
	Programa de obras de conservación de suelo y agua	E
CAPÍTULO 2	Plan de Manejo de Residuos Vegetales	F
CAPÍTULO 4 (FÍSICO)	Coordenadas SAR-AIP-AP	G
	Shape del proyecto (AP, AIP, SAR)	H
CAPÍTULO 4 (BIÓTICO)	Cálculos de fauna AP	I
	Cálculos de fauna SAR	J
	Curvas de acumulación de especies AP	K
	Curvas de acumulación de especies SAR	L
	Cálculos de flora SAR	M
	Cálculos de flora AP	N
	Matriz de calidad ambiental	Ñ
CAPÍTULO 5-6	Matriz Conesa	O
	Matriz Leopold Modificada	P
	Programa de Manejo Ambiental	Q
	Estudio Técnico Económico	R
MAPAS	Área de estudio	S
	Tipo de suelo	T
	Hidrología superficial	U
	Hidrología subterránea	V
	Uso de suelo y vegetación del SAR	W
	Sitios de Muestreo de flora "SAR y AP"	X

SAR: Sistema Ambiental Regional, AIP: Área de influencia del proyecto, AP: Área del proyecto.

## VIII.1.2. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN HÍDRICA

Para el cálculo de la erosión hídrica se usó la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (**RUSLE por sus siglas en inglés**), desarrollada por Wischmeier y Smith, 1978, la cual se muestra a continuación:

$$A = RKLSCP$$

Donde:

- A= Pérdida de suelo (ton/ha/año).
- R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).
- K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).
- L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).
- S= Factor por grado de pendiente (adimensional).
- C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).
- P = Factor por prácticas de manejo (adimensional).

Para el cálculo del nivel de erosión en el sistema ambiental regional, se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS a través de la creación de un modelo en el “Model Builder”. Se dispuso de cartografía digital asociada a la capa de uso de suelo y vegetación de la serie VI, los tipos de suelo y topografía del INEGI. La información fue capturada para el cálculo de los parámetros de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada para procesar el resultado.

**Tabla 2. Capas de información geográfica para implementar la RUSLE.**

CAPA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	FACTOR	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN
Precipitación Media Anual	R	Valores de la precipitación media anual obtenida de la información vectorial del Atlas de Agua en México (CNA, 2015)
Carta edafológica 1:250,000 (Serie I INEGI)	K	Se asoció los valores del factor K a cada unidad de suelo conforme a la tabla dada por Cortez (1991)
Modelo Digital de Elevación (CEM INEGI) resolución de 15 metros	L, S	Se obtuvo el Modelo de Elevación Digital del INEGI para ser procesada y obtenida los factores L y S
Uso del suelo y vegetación (Serie VI INEGI)	C	Se asoció los valores de C a la condición de la cobertura del suelo y su uso con los valores dados por diversos autores
Uso del suelo y vegetación (Serie VI INEGI)	P	En la zona del proyecto la única actividad que se realiza comúnmente es el de cultivo al contorno, se asignó este valor conforme a los pesos dados por (TRAGSA, 1998)

A continuación, se describe cada uno de los factores que componen la metodología RUSLE.

### \* **R= Erosividad de la lluvia**

La erosividad de la lluvia se refiere a la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y de transportar las partículas del suelo.

Cortés (1991), propone 14 modelos de regresión (ecuaciones) a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la RUSLE (tabla 3).

Tabla 3. Ecuaciones de erosividad de la lluvia para las diferentes regiones de México.

REGIÓN	ECUACIONES	R <sup>2</sup>
1	$Y= 1.20785x + 0.002276x^2$	0.92
2	$Y= 3.45552x + 0.006470x^2$	0.93
3	$Y=3.67516x - 0.001720x^2$	0.94
4	$Y=2.89594x + 0.002983x^2$	0.92
5	$Y=3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$Y=6.68471x + 0.001680x^2$	0.90
7	$Y=0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
8	$Y=1.99671x +0.003270x^2$	0.98
9	$Y=7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	<b><math>Y=6.89375x + 0.000442x^2</math></b>	<b>0.95</b>
11	$Y=3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y=2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y=10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y=1.50046x +0.002640x^2$	0.95

Fuente: Cortes, 1991.

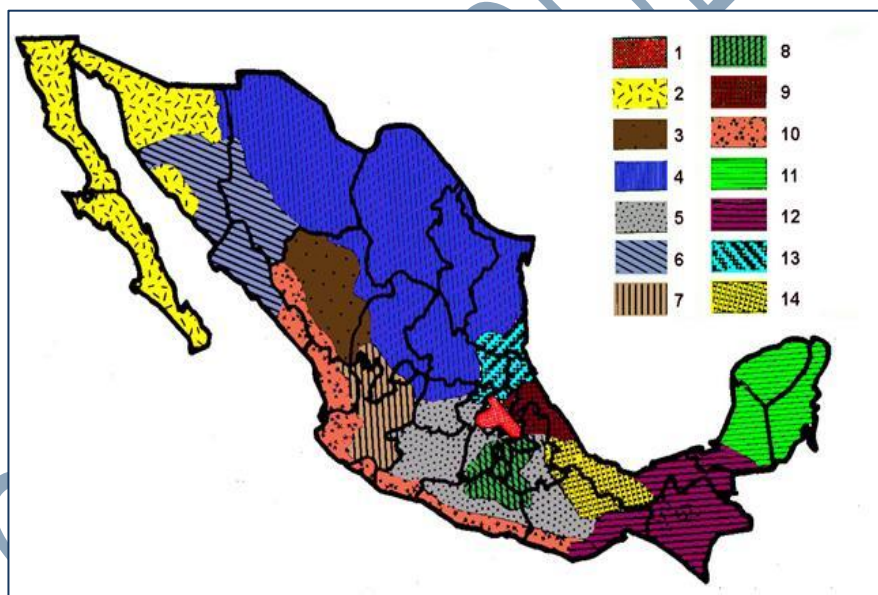


Figura 1. Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad.

Tomando en cuenta la ecuación de erosividad de la lluvia de acuerdo con la región donde se encuentra el área de interés y una precipitación media anual del lugar, se calcula el factor R de la EUPS, utilizando la siguiente ecuación, ya que el proyecto se ubica en la región 10.

$$Y=6.89375x + 0.000442x^2$$

Donde:

$X=$  Precipitación media anual.

Con esto obtenemos el factor de erosividad de la lluvia para el área de estudio en MJ mm/ha hr.

\* ***K= Erosionabilidad del suelo (ton/ha)***

El factor Erodabilidad (K) de la ecuación universal de pérdida de suelo, representa el efecto de las propiedades del suelo y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. Generalmente los valores de K son asignados usando el nomograma de erodabilidad del suelo, que combina el efecto del tamaño de las partículas, %MO, código de la estructura del suelo y la clase de permeabilidad del perfil. Es importante destacar que a medida que el valor de “K” aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. Para el caso del presente estudio, se utilizó una metodología alternativa que consiste en la determinación de la unidad del suelo de acuerdo con el criterio de la FAO y a partir de la textura superficial.

\* ***LS= Factor (Longitud y grado de la pendiente)***

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud L, se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente al grado de que se presente la sedimentación del suelo erosionado, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Por su parte, el grado de erosión también depende de la pendiente, por lo que con relación a una parcela de 22.1 m de longitud, ambos factores se pueden unir en uno solo a través de la ecuación adimensional siguiente:

$$LS = \left[ \frac{\lambda}{22.1} \right]^m \left[ \frac{0.043s^2 + 0.3s + 0.43}{6.613} \right]$$

Donde:

LS: Factor de longitud y grado de pendiente

$\lambda$ : Longitud de la Ladera

s: Pendiente del terreno

m: Valor dependiente de la pendiente media según la siguiente expresión:

$$m = \frac{\frac{\text{sen } \phi}{0.0896(3(\text{sen } \phi)^{0.8}) + 0.56}}{1 + \frac{\text{sen } \phi}{0.0896(3(\text{sen } \phi)^{0.8}) + 0.56}}$$

$\phi$ : pendiente media en grados

El valor de s varía de acuerdo con las siguientes reglas:

Para pendiente menores del 9%  $s = 10.8 (\text{sen } \phi) + 0.03$

Para pendiente mayores del 9%  $s = 16.8 (\text{sen } \phi) - 0.5$

Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) con una resolución del 15 metro de tamaño del píxel obtenido del continuo de elevaciones mexicano de la página del INEGI.

\* **C= Factor de cubierta vegetal (adimensional)**

Es el factor más importante en el control de la erosión. Para la asignación de valores al factor C se han adoptado los criterios recogidos en el libro “Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión” (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998).

Tabla 4. Valores de C para áreas forestales (TRAGSA, 1998)

% DE CABIDA CUBIERTA	% DE CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO (1)	TIPO DE ORDENACIÓN (2)	
		C	NC
100 - 75	100 - 90	0.001	0.003 – 0.011
75 - 40	90 - 70	0.002 – 0.003	0.01 – 0.03
40 – 20 <sup>(3)</sup>	70 - 40	0.003 – 0.009	0.03 – 0.09

- (1) Formada por lo menos 5 cm de restos vegetales o plantas herbáceas  
 (2) C= montes con control estricto de pastoreo, NC= Montes sin control de Pastoreo  
 (3) Para cubiertas en contacto con el suelo inferiores al 40% o cabida cubierta menor del 20%, deberá usarse los valores de la tabla 4  
 (4)

Para otras áreas que no corresponden a terrenos forestales arbolados o su cobertura en contacto con el suelo sea menor al 40% se utilizó la tabla siguiente la cual da valores para pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla 5. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998)

CUBIERTA VEGETAL			CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO					
TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA	RECUBRIMIENTO	TIPO	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO					
	O		0	20	40	60	80	95-100
COLUMNA N.º :	2	3	4	5	6	7	8	9
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas Herbáceas y matorrales (0.5m)	25	G	0.36	0.17	0.9	0.038	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2m)	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11
	50	G	0.34	0.16	0.085	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.04	0.011
	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003



CUBIERTA VEGETAL			CUBIERTA EN CONTACTO CON EL SUELO					
TIPO Y ALTURA DE LA CUBIERTA	RECUBRIMIENTO	TIPO	PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO DEL SUELO					
	O		0	20	40	60	80	95-100
COLUMNA N.º :	2	3	4	5	6	7	8	9
Arbolado sin matorral pequeño Apreciable (4m)		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011

G: cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus

W: ídem. por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer.

Para terrenos agrícolas se obtuvieron los valores del Folleto Técnico "Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuena" (INIFAP, 2007) se presenta la siguiente tabla con los valores relativos de acuerdo con el tipo de vegetación o uso de suelo.

Tabla 6. Valores de C para áreas agrícolas (INIFAP, 2007)

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.02	0.05	0.10
Trébol	0.025	0.05	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.054	
Sabana sobre pastoreada	0.1	0.22	
Maíz-sorgo, mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

\*  $P$  = Factor por prácticas de manejo (adimensional)

El factor  $P$  de la RUSLE es la proporción de la pérdida de suelo que se presenta cuando se hace uso de alguna práctica específica, en comparación con la pérdida de suelo ocurrida cuando se cultiva en laderas sin práctica de conservación alguna. Para este factor se usaron los valores del método de control de la erosión de Becerra (1999).

### VIII.1.3. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE EROSIÓN EÓLICA

La predicción de la pérdida de suelo por efecto de la erosión eólica se evaluó utilizando la ecuación desarrollada por Woodruff y Siddoway (1965):

$$\text{Erosión eólica actual} = f(C, S, T, V, L)$$

$$\text{Riesgo de erosión eólica} = f(C, S, T)$$

Donde:

C factor de agresividad climática

S factor suelo

T factor topográfico

V factor vegetación natural

L factor uso de la tierra

Con esta ecuación se manejan los factores de una forma más sencilla, y sus valores están en razón inversa del grado de resistencia que confieren respecto a la erosión eólica.

A continuación, se detallan los factores que constituyen dicho modelo y su fuente de datos para el área que estamos analizando. Cabe destacar que los factores S, T y V son retomados de los factores K, LS y C de la RUSLE indicados en el cálculo de erosión hídrica.

#### \* Factor de agresividad climática, "C"

El cálculo de este factor se realizó mediante una forma modificada del índice eólico de Chepil et al. (1962) propuesta por la FAO (1980) para la evaluación a nivel general, como se muestra a continuación:

$$C = \frac{1}{100} \sum_1^{12} V^3 \left( \frac{PET - P}{PET} n \right)$$

Donde:

V= velocidad media mensual del viento a 2m de altura, m/s

P= precipitación pluvial, mm

PET = evapotranspiración potencial, mm

n = número de días del mes

#### \* Factor Suelo, "S"

La determinación de la influencia que tiene el factor suelo sobre las tasas de erosión eólica se realizó tomando como base la textura del suelo superficial a partir de la metodología de la FAO (1980).

#### VIII.1.4. METODOLOGÍA USADA PARA EL CÁLCULO DE INFILTRACIÓN

La infiltración, es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares (Orosco, 2006)<sup>1</sup>. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

No es fácil medir la filtración al igual que la recarga subterránea, por lo que generalmente los valores de estos componentes del balance hídrico se determinan por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial; esto es explicado conforme a la siguiente ecuación:

$$\text{Inf} = P - (\text{Int} + \text{Ev} + E)$$

Dónde:

Inf: Infiltración (m<sup>3</sup>/año)

P: precipitación (m<sup>3</sup>/año)

Int: Intercepción (m<sup>3</sup>/año), por el dosel de la vegetación arbórea.

Ev: Evapotranspiración (m<sup>3</sup>/año), Evaporación + Transpiración.

E: Escurrimiento Superficial (m<sup>3</sup>/año).

Realizando el cálculo de los componentes de la ecuación anterior por separado y con técnicas y metodologías ampliamente utilizadas en la literatura, en los siguientes puntos se detalla el procedimiento a utilizar para cada.

- Precipitación

Para determinar el volumen precipitado en la superficie del sistema ambiental como el área del proyecto, se utilizó la información obtenida de las normales climatológicas 1951-2010, procesadas por la CONAGUA (Atlas de Agua en México, CNA, 2015) generando una matriz de distribución con puntos equidistantes, una vez hecho el recorte de los puntos del área de influencia se interpoló la variable precipitación anual con el método Kriging, obteniendo una archivo ráster de la distribución de la precipitación con valores de 807.22 a 1,008.65 mm anuales, con este archivo de la distribución espacial se obtuvo la cantidad en metros cúbicos de agua que precipita al interior del SAR.

- Intercepción

La intercepción hace referencia a la cantidad de agua que es retenida y conservada en la vegetación, la hojarasca que esta sobre el suelo y que luego se evapora (Jiménez, 2009). La intercepción de la precipitación dentro del área del SAR se calculó mediante un coeficiente de intercepción correspondientes a los tipos de vegetación y uso del suelo que hay dentro de la misma.

- Evapotranspiración

La evapotranspiración combina dos formas mediante las cuales el agua regresa en forma gaseosa a la atmósfera. Dentro de ambos procesos interfieren una serie de variables generalmente complejos. Dado que los datos para la obtención de la evapotranspiración son escasos y las mediciones para encontrar el valor de las pérdidas de agua son difíciles y presentan altos costos para llevarse a cabo, se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007)<sup>2</sup>, para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente.

$$Ev = \frac{P}{\sqrt{1.5 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

Ev: Evapotranspiración real en mm

P: Precipitación anual en mm

$L=300+25T+0.05T^2$

T: Temperatura media anual en °C

- Escurrimiento

En el Apéndice Normativo "A": Métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural de la NOM-011 se describen los métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural. En caso de que en la cuenca en estudio no se cuente con suficiente información de registros hidrométricos o ésta sea escasa (como en este caso), para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural se aplica el método indirecto denominado: *precipitación-escurrimiento*.

VOLUMEN ANUAL DE ESCURRIMIENTO NATURAL DE LA CUENCA	=	PRECIPITACIÓN ANUAL DE LA CUENCA	*	ÁREA DE LA CUENCA	*	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
---	---	--	---	----------------------	---	---------------------------------

El coeficiente de escurrimiento se determina a partir del siguiente procedimiento:

A falta de información específica, con apoyo en los servicios del INEGI y de la visita de campo, se clasifican los suelos de la cuenca en estudio, en tres diferentes tipos: **A** (suelos permeables); **B** (suelos medianamente permeables), y **C** (suelos casi impermeables), que se especifican en la tabla 51 y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K (véase Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos". Secretaría de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: *Small Dams*).

**Tabla 7. Grupos de suelos de acuerdo con sus características.**

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS		
<b>A</b>	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
<b>B</b>	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.		
<b>C</b>	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.		
USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
<b>Cultivos:</b>			
En Hileras	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
granos pequeños	0.24	0.27	0.3
<b>Pastizal:</b>			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% -Poco-	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% -Regular-	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% -Excesivo-	0.24	0.28	0.3
<b>Bosque:</b>			
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	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Camino	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Cruz-Falcón A. 2007. Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de la Paz BCS Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos. Tesis de Doctorado. IPN-CICIMAR, Diciembre 2007. 139 p.

Para asignar el valor del factor K se necesita conocer el tipo de vegetación y el porcentaje de cobertura. El primer dato se tomó del Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000 Serie VI del INEGI, y para los datos de cobertura forestal de la capa generada por Hansen y colaboradores (2013), en los cuales se calculó la cobertura arbórea (Tree cover) de la vegetación por medio de imágenes Landsat 7 ETM+.

([https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download\\_v1.4.html](https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.4.html))

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

- Si K es menor o igual que 0.15:

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000}$$

- Si K es mayor que 0.15:

$$C_e = \frac{K(P - 250)}{2000} + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

Donde:

P = Precipitación anual, en mm.

Rango de validez. - Las fórmulas se considerarán válidas para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm.

### VIII.1.5. MUESTREO DE FLORA

El tamaño y forma de los sitios de muestreo en inventarios forestales ha sido muy variable en todo el mundo, siendo de los más utilizados en nuestro país sitios de 1,000 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup>, tamaños que se utilizaron en el inventario forestal nacional de 1984 y que son de los más utilizados para la elaboración de programas de manejo forestal.

Para definir la forma y dimensiones de los sitios de muestreo de los sitios del área de la cuenca hidrológico forestal, se consideraron las mismas dimensiones y forma de los sitios levantados en las áreas del proyecto, los cuales debían coincidir con el derecho de vía, el cual cuenta con 35 m de ancho y una afectación de tipo lineal, por lo que los sitios ubicados en el SAR se levantaron con las mismas dimensiones que las establecidas para el área del proyecto.

El levantamiento de la información de campo se dividió en 4 estratos por sitio: arbórea (450 m<sup>2</sup>), la regeneración y juveniles (100 m<sup>2</sup>), arbustiva y cactácea (100 m<sup>2</sup>), y herbácea (1m<sup>2</sup>), debido a que el tipo de vegetación en análisis es de **Selva baja caducifolia**, por su **fisionomía algunos estratos no presentan registro ni abundancia alguna de especies.**

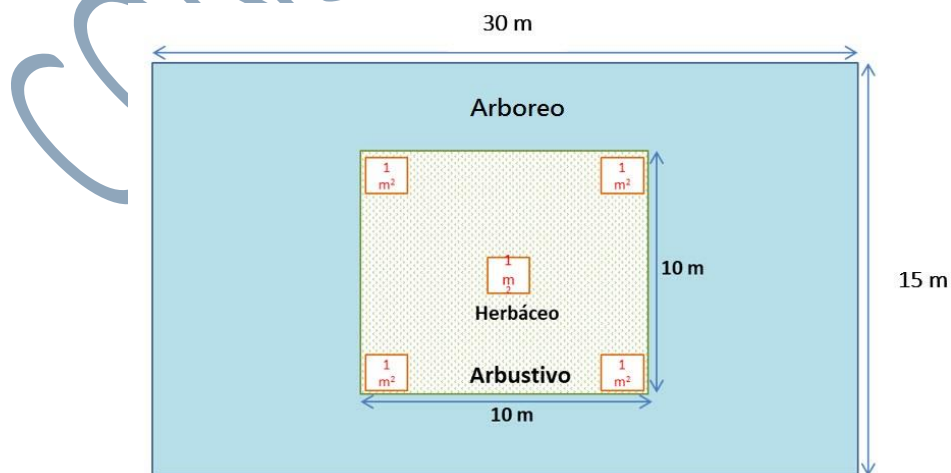


Figura 2. Forma y tamaño de los sitios levantados.

De acuerdo a lo anterior, para el muestreo de la flora del área de la cuenca hidrológico forestal, se utilizaron sitios rectangulares de 450 m<sup>2</sup> para identificar las especies del estrato arbóreo, a su vez se delimitó un sub-sitio de 100 metros cuadrados al centro del sitio de 450 m<sup>2</sup> para contabilizar las especies del estrato arbustivo, regeneración y cactáceas, además de contabilizar las especies de epífitas y especies en regeneración (individuos arbóreos de pequeñas dimensiones) y 5 subsitios de 1 m<sup>2</sup> para contabilizar las especies del estrato herbáceo, como se observa en la figura anterior.

Las dimensiones del estrato herbáceo se consideraron las dimensiones utilizadas en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (Manual y procedimientos para el muestreo de campo, re-muestreo 2011, CONAFOR). En este mismo manual del Inventario utilizan sitios cuadrados de 10 x 10 metros para el estrato arbustivo, siendo para nuestro caso las mismas dimensiones.

Para determinar el tamaño de muestra del área del proyecto, se usó la curva de acumulación de especies, la cual representa gráficamente la forma de como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo o de individuos censados, es decir, aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que tenemos un buen muestreo. Las especies que pueden faltar aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada. (Moreno & Halffter, 2000).

Las curvas de acumulación de especies requieren de un procedimiento de ajuste mediante modelos que permitan la obtención de la pendiente y la asíntota, previamente se realiza un proceso de aleatorización (100 veces) y suavizado de los datos obtenidos en campo, mediante el programa *EstimateS versión 9.1.*, aunado a la obtención de los valores de estimadores no paramétricos, tales como Chao1, Chao2, ACE, Jackknife, Bootstrap, entre otros, con objeto de poder establecer un comparativo entre la riqueza observada y la estimada. Se obtuvo las curvas de acumulación y riqueza de especies, para todos los estratos encontrados en el tipo de vegetación de selva baja caducifolia (estratos: Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo) sin extrapolación en alguno de los estratos, para este tipo de vegetación. Lo anterior, con objeto de conocer el comportamiento de curva y establecer el momento de la asíntota de acuerdo al esfuerzo de muestreo realizado. Es importante señalar que los estratos rosetófilo, cactáceo y epífitas, presentan un riqueza de especies baja, dado que no se trata de comunidades vegetales de dominancia fisionómica en el tipo de vegetación en análisis (selva baja caducifolia).

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas para cada estrato, así como las curvas que muestran el comparativo de los valores referentes a la riqueza de especies, obtenidos mediante los modelos no paramétricos, utilizando la fórmula bias-corrected y modelo tradicional. Estas gráficas nos permiten analizar que tanto nos aproximamos a la riqueza de especies teórica.



Posteriormente, se presentan los datos obtenidos ajustados considerando el modelo exponencial negativo establecido por Soberón-Mainero & Llorente-Bousquets (1993) o el de Clench, mencionados por Ávalos-Hernández (2007), y que a continuación se describen:

**Modelo de Soberón & Llorente:**  $S_{(n)} = (a/b) * (1 - \exp(-b * n))$

**MODELO Clench:**  $S_{(n)} = (a * n) / (1 + (b * n))$

Cuando el ajuste con los modelos anteriores presenta una **R** baja, se realiza el procedimiento anteriormente descrito, con los modelos logarítmico y asintótico, los cuales se describen a continuación

**MODELO logarítmico:**  $S_{(n)} = (1 / (1 - \exp(-b))) * (\text{Log}(1 + (1 - \exp(-b)) * a * n))$

**MODELO asintótico:**  $S_{(n)} = n / (a + (b * n))$

Tabla 8. Resultados del modelo de ajuste de Clench para las curvas de acumulación de especies.

TIPO DE VEGETACIÓN	ESTRATO	N° DE SITIOS	PENDIENTE	FLORA REGISTRADA %	BONDAD DE AJUSTE
Selva Baja Caducifolia (SBC)	Arbóreo	22	0.0040	100%	0.99
	Arbustivo	22	0.0175	100%	0.99
	Herbáceo	110	0.0008	100%	0.99

De acuerdo con el porcentaje de flora registrada, para el tipo de vegetación estudiado, concluimos que se ha logrado un inventario completo y altamente fiable. Para una mejor interpretación, se presentan la curva de acumulación de especies para los tipos de vegetación estudiada.

### VIII.1.6. MUESTREO DE FAUNA

La metodología utilizada para determinar la riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres dentro del área del proyecto y el SAR, se basó en observaciones directas e indirectas en transectos ubicados en áreas con vegetación similar.

#### Temporalidad:

Para que los estudios de fauna tengan validez deben ser representativos de la zona en que se encuentran y señalar la época del año en que fue realizado, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos; en este sentido los estudios realizados para efectos de presente estudio se realizaron en la época de estiaje, la cual es marcada en la zona, específicamente a finales de **abril y principios de mayo del 2020**.

#### Delimitación del área:

En consecuencia, de que el monitoreo o muestreo de fauna es para carácter representativo un conjunto de polígonos separados entre sí, el área muestreada fue exactamente la delimitada por cada uno de los vértices y a su vez por el tipo de vegetación.

### Selección del tipo de muestreo:

Los transectos y cuadrantes constituyen las principales herramientas ecológicas que permiten cuantificar la riqueza y abundancia relativa de las especies en un área en particular. Sin embargo, los transectos son mejores para muestrear áreas más grandes y relativamente más rápido que los cuadrantes. De esta manera, si bien los cuadrantes podrían proporcionar información más detallada de un área en particular, los transectos permiten recorrer más distancia a través del área de interés y recabar más información de la variación espacial en la distribución de microhábitats y las especies ahí presentes, lo que es de especial relevancia durante los estudios de inventarios de vertebrados que incluyen especies de movilidad constante o de distribución amplia. En el caso particular de este estudio, el uso de transecto es aún más adecuado pues se ajusta más a la forma rectangular que tienen el área de potencial cambio en el uso de suelo.

Para estimar la riqueza específica y abundancia relativa de las especies de fauna silvestre, existen diversos métodos para el inventario o registro directo o indirecto de individuos. Los métodos de registro directo se pueden agrupar en tres categorías: Registros visuales mediante el recorrido de transectos, registro a través de transectos de búsqueda intensiva, registro mediante estudios de captura y recaptura, así como la reconstrucción de la posible estructura de población con base a datos de cacería. Los métodos de registro indirecto basan en las evidencias de la presencia de las especies de interés tales como el registro y conteo de huellas, de excrementos, madrigueras, cantos, o presencia de marcas de garras en los árboles, entre otras.

De acuerdo a las técnicas mencionadas, en el área de estudio se consideró un método directo mediante el conteo directo a lo largo de dos transectos, combinado con un método indirecto mediante la identificación de huellas y cantos de aves en los mismos transectos, esto fue para anfibios, reptiles y mamíferos. Para el caso del registro de aves se realizó un conteo visual en el centro de cada transecto.

### Número de transectos:

Para tener un comparativo de la riqueza y abundancia de especies de fauna en el área de estudio, se delimitaron y recorrieron 27 transectos de 25 m de largo. De esta manera, el diseño de muestreo empleado fue de tipo sistemático, es decir la cercanía de los transectos, el tamaño del área junto con la naturaleza móvil de la fauna permite considerar que cubrimos toda el área y que en realidad estamos trabajando en cierta manera dentro de una gradilla.

### Conteo de aves terrestres

Existe un gran número de técnicas y métodos para muestrear a las aves, de los cuales se destacan: el recuento en punto o puntos de conteo, transectos, representación en mapa estadístico, representación de mapa de aves marcadas y captura con redes ornitológicas. Los puntos de conteo son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidad cero.

Para nuestro caso, la identificación y contabilización de las aves en el área de estudio se basó en la metodología de puntos de conteo, en un radio de 10 m, que es básicamente la realización de conteos en puntos definidos durante el recorrido del mismo transecto recorrido para los otros grupos faunísticos, de manera específica en el centro del transecto y con una distancia promedio de 50 metros mínimo de separación entre punto de conteo, esto para reducir el sesgo y evitar el recuento de especímenes avistados en otro punto. El conteo por puntos resulta ser eficaz en todo tipo de terrenos y hábitats. El método permite estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat, y los patrones de abundancia de cada especie. El muestreo inicio al amanecer y el evaluador permaneció en un punto en donde toma nota de todas las especies e individuos vistos y oídos, en un tiempo entre 10 a 15 minutos (Ralph et al., 1997).<sup>3</sup>

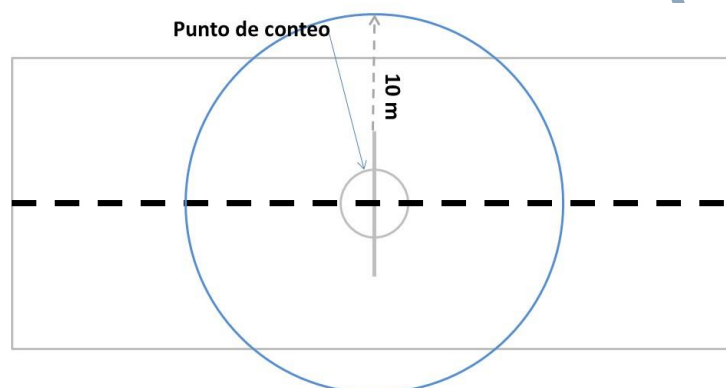


Figura 3. Ubicación del punto de conteo de aves dentro del transecto.

Los puntos de conteo requieren que un observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visualmente o auditivamente, o incluso como respuesta a una sesión de playback (Chávez–León y Velázquez 2004)<sup>4</sup>. El observador debe tener amplia experiencia en la identificación de las aves tanto visual como auditivamente (Alldredge *et al.* 2007a<sup>5</sup>, Simons *et al.* 2007<sup>6</sup>). Los puntos pueden seleccionarse al azar o sistemáticamente dentro del área de estudio, o a lo largo de trayectos (como es el caso del presente estudio, en donde se utilizó el centro del transecto utilizado para identificar los otros grupos faunísticos).

Este método puede usarse para obtener abundancia y riqueza de diferentes especies en un lugar específico, estudiar cambios anuales en las poblaciones de aves, así como para estudiar las diferencias en la composición de especies entre hábitats. Los puntos de conteo requieren que un

<sup>3</sup> Ralph, C. J. & Scott, M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian biology* (6). USA: Cooper Ornithological Society.

<sup>4</sup> Chávez–León, G. y A. Velázquez. 2004. Abundance and distribution of the Long–tailed Wood–Partridge (*Dendrortyx macroura*) in a temperate coniferous forest. *Journal of field Ornithology* 75:345–352.

<sup>5</sup> Alldredge, M. W., K. H. Pollock, T. S. Simons, and S. A. Shriner. 2007. Multiple-species analysis of point count data: A more parsimonious modeling framework. *Journal of Applied Ecology*

<sup>6</sup> Simons, T.R., Alldredge, M.W., Pollock, K.H. & Wettröth, J.M. 2007. Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts.

observador permanezca fijo en un lugar durante un tiempo determinado y que registre toda ave detectada ya sea visual o auditivamente (Chávez–León y Velázquez 2004 citado por F. González G. 2011)<sup>7</sup>.

Los puntos de conteo requieren del cumplimiento de los siguientes principales supuestos: a) Las aves no se aproximan al observador o vuelan, b) las aves son 100% detectables ya que pueden ser observadas o escuchadas, c) las aves no se mueven mucho durante el periodo de conteo (Hutto *et al.* 1986, Bibby *et al.* 1992 citado por F. González G. 2011).

### Conteo de Reptiles y Anfibios:

El muestreo de los grupos de anfibios y reptiles es diferente al de aves, ya que estos grupos cuenta con especies que se confunden entre la vegetación lo bien son de temporalidad, es decir, abundan más en tiempo de lluvias y precipitaciones (anfibios), que en tiempo de secas o estiaje, estas a la vez son más difíciles de observar, al igual de que sus comportamientos son muy diferentes al de las aves, ya que no cantan y no se mueven de manera muy continua como estas, debido al tipo de sangre que tienen.

Para el inventario de anfibios como reptiles terrestres, se utilizan un conjunto de técnicas estándar muy similares entre sí, sin embargo, el análisis deberá ser separado (anfibios y reptiles), como: encuentro visual, transectos de banda fija, parcelas de hojarasca y cerca de desvío y trampas de caída, etc. En nuestro estudio se utilizó la técnica denominada **Encuentro visual** en conjunto de **transectos de banda fija** los cuales fueron 27 transectos de 25 m de largo por 20 m de ancho (Figura 4) con una separación promedio entre transectos de 100 metros, el evaluador realizó su recorrido dentro de toda el área del transecto de manera que se registraba todo individuo con el que se tuviese avistamiento, la búsqueda fue intensiva ya que se movieron de manera minuciosa rocas, ramas muertas, cuerpos de agua, etc. (Ministerio del Ambiente, 2015)<sup>8</sup>.

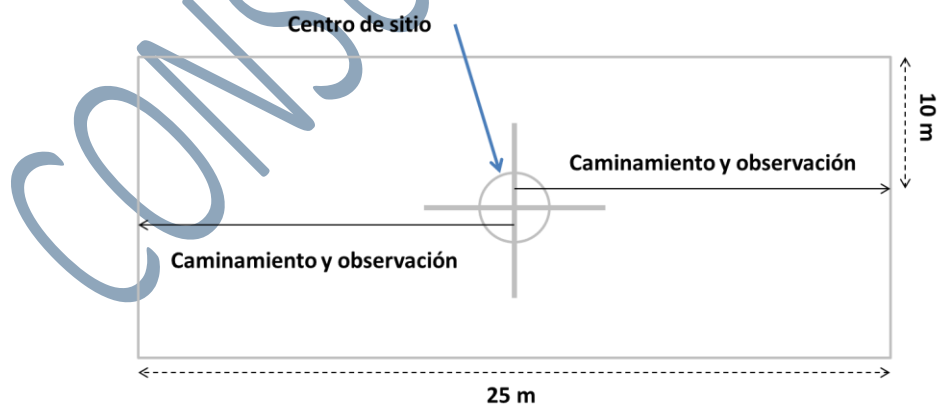


Figura 4. Transecto de muestreo de reptiles y anfibios.

### Conteo de Mamíferos

<sup>7</sup> F. González-García. 2011. Métodos para contar aves terrestres: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.

<sup>8</sup> Ministerio del Ambiente. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

La metodología empleada para el muestreo de mamíferos fue a través del método directo mediante conteo de los animales observados y de igual manera a través de un método indirecto, mediante la búsqueda e identificación de rastros (excretas, huellas, etc.) respectivamente. En los puntos seleccionados, se realizaron conteos para mamíferos pequeños (roedores), mamíferos medianos (ardillas, armadillos, tlacuaches, entre otros) y para mamíferos mayores (cánidos, prociónidos, félidos, cérvidos), así mismo se trabajó con mamíferos voladores (murciélagos). Se aplicaron técnicas estándar para la medición y monitoreo de los distintos grupos de mamíferos (Ministro de Medio Ambiente, 2015)<sup>7</sup>, con la realización de transectos de 25 m y un ancho visual aproximado de 20 m (10 m de cada lado como distancia mínima de detección), siendo estos recorridos durante el día a diferentes horas para poder observar la mayor cantidad de individuos y con una separación entre transectos de 100 metros como mínimo, además, se utilizaron cámaras trampa con ubicación estratégica del paso de este tipo de fauna.

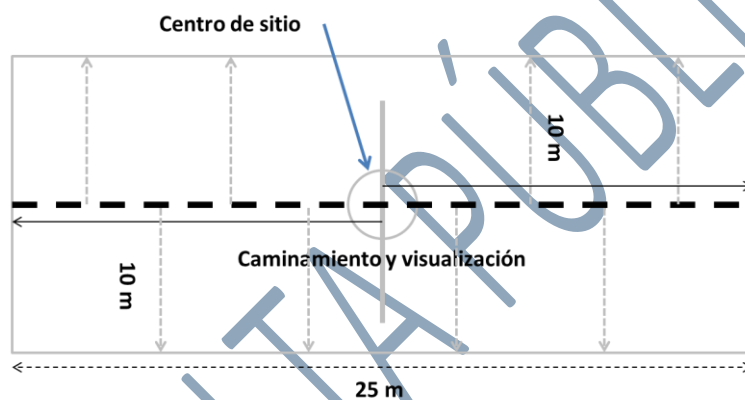


Figura 5. Transecto de muestreo de mamíferos.

Es importante mencionar que los métodos tradicionales para estimar las tendencias poblacionales son el uso de los transectos, y más recientemente el uso de cámaras trampa (Wilson y Delahay 2001)<sup>9</sup>, las cuales se colocan durante varios días seguidos para monitorear la presencia de individuos nocturnos. Los transectos fueron establecidos en el tipo de vegetación similar.

De manera general, los factores que se consideraron al elegir la ubicación de las unidades de muestreo en el área del proyecto y el sistema ambiental regional fueron:

- ✓ las dimensiones del proyecto y su área de influencia
- ✓ los diferentes ecosistemas presentes en el sistema ambiental
- ✓ la accesibilidad a los hábitats más representativos
- ✓ ubicación de abrevaderos, sitios de alimentación y senderos

<sup>9</sup> Wilson Gavin J. Delahay Richard J. (2001) A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research* 28, 151-164.

### VIII.1.7. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD Y EQUIDAD DE ESPECIES

La **diversidad alfa** representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (es este caso por tipo de vegetación), y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies, y la abundancia relativa de especies. Existen muchos índices para calcular diversidad alfa, La gran mayoría de estos índices de diversidad utilizan los valores de riqueza y abundancia relativa, solamente que las operaciones matemáticas de estos valores se organizan de diferentes formas.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

Para poder realizar la comparación y describir la diversidad de las comunidades presentes en el SA y en el AP se utilizó el índice de **Shannon - Wiener** y la **equidad de Pielou**, el primero es el índice más utilizado en ecología para el análisis de comunidades.

A continuación, se describen las principales metodologías utilizadas para calcular el índice de Shannon y equidad de Pielou.

#### 1) Riqueza específica

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

La riqueza es igual al número de especies encontradas por cada estrato, asimismo la abundancia es definida como el número de individuos encontrados por cada especie. Por otro lado la “**Abundancia relativa**”, se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = \frac{Ax}{A_{total}} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A<sub>total</sub> = Número Total de individuos de todas las especies

## 2) Índice de Shannon-Wiener

El Índice de **Shannon-Wiener** es el más utilizado en ecología para el análisis de comunidades, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (House P., *et. al.* 2006). Este índice nos da como resultado la diversidad existente para una determinada área de estudio, es decir, entre mayor sea el grado de incertidumbre mayor será la diversidad.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Donde:

**H**= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

**P<sub>i</sub>**= Densidad proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**LnP<sub>i</sub>**= logaritmo natural de P<sub>i</sub>.

El Índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S (Riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. (Magurran, 1988).

El Índice de Shannon-Wiener nos describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, de 0-2 refiere que la muestra obtiene una diversidad baja, valores entre 2-3 refiere una diversidad media y valores mayores a 3 describe una diversidad alta.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H'_{máx} = -S \left( \frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

## 3) Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1 de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Es decir, el valor de 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.



$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i}{\log_2 s}$$

Donde:

J= Equitatividad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

## VIII.1.8. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### MATRIZ DE LEOPOLD

La Matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada, en la que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que se vayan a realizar y que serán causa de posibles impactos. De forma original, cada celda de interacción se divide en diagonal, y en la parte superior de la celda se asigna la magnitud precedida del signo + o -, lo que indica si el impacto es positivo o negativo, en una escala entre uno y 10, siendo alteración mínima y máxima respectivamente. En la parte inferior se asigna la importancia con la misma escala.

La magnitud expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental, del factor considerado, y la importancia refleja un valor del peso relativo del efecto potencial, y refleja la relevancia de este. El sumatorio por filas de los valores, indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y, por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio, lo que se puede traducir como agresividad.

En este sentido, Conesa (2010) señala que el método de Leopold identifica correctamente los impactos más agresivos y los factores del medio más impactados. Sin embargo, también señala que el índice global es poco representativo.

En este sentido, comúnmente se utiliza la Matriz de Leopold (modificada), en la cual la escala de evaluación se adapta a las características del proyecto, pero conservando la lógica de identificar las interacciones (impactos) entre los factores y las acciones. A continuación, se presenta la escala de evaluación que se definió para la matriz del proyecto:

**Tabla 9. Escala de evaluación utilizada en la matriz de doble entrada para la identificación de impactos ambientales.**

Parámetro	Símbolo
Adverso significativo	<b>A</b>
Adverso poco significativo	<b>a</b>
Benéfico significativo	<b>B</b>
Benéfico poco significativo	<b>b</b>

## Método de CONEZA

En general, los impactos ambientales de los proyectos registran distintas magnitudes. En este sentido la magnitud de estos impactos depende del tipo de obra, las técnicas a emplear, el sistema ambiental y las acciones de prevención y mitigación de impactos. Específicamente los proyectos que requieren remoción de la vegetación tienen impacto hacia los recursos naturales (flora y fauna) principalmente, sin embargo, con las medidas pertinentes es posible minimizar y/o compensar los impactos que la actividad genera.

Por lo tanto, se procedió a realizar la ponderación de impactos mediante una matriz de importancia (Método de Conesa simplificado) enfocada a los impactos negativos identificados previamente. En la matriz, las columnas representan la actividad y las filas los criterios ambientales de evaluación. Los criterios que se evalúan en la matriz.

Tabla 10. Criterios que componen la matriz de importancia.

CRITERIOS		DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Naturaleza</b>	+/-	Carácter benéfico/positivo o adverso/negativo de las acciones que actúan sobre los elementos del sistema.	+ -
<b>Intensidad</b>	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja (no altera las funciones normales del sistema)</li> <li>• Media</li> <li>• Alta (alteración notable)</li> <li>• Muy alta</li> <li>• Total</li> </ul>	1 2 4 8 12
<b>Extensión</b>	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntual (efecto localizado – área de acción)</li> <li>• Parcial</li> <li>• Extensa</li> <li>• Total (efecto en todo el sistema ambiental del proyecto)</li> </ul>	1 2 4 8
<b>Momento</b>	MO	Señala el tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el elemento del sistema. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto plazo (menor de un año)</li> <li>• Mediano plazo (1 a 5 años)</li> <li>• Largo plazo (más de 5 años)</li> </ul>	4 2 1
<b>Persistencia</b>	PE	Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el elemento ambiental retornará a sus condiciones iniciales. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugaz</li> <li>• Temporal</li> <li>• Permanente</li> </ul>	1 2 4
<b>Reversibilidad</b>	RV	Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de natural. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corto plazo</li> <li>• Mediano plazo (parcialmente reversible)</li> <li>• Irreversible (no puede retornar a su estado inicial)</li> </ul>	1 2 4
<b>Sinergia</b>	SI	Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple</li> <li>• Sinérgico</li> <li>• Muy Sinérgico</li> </ul>	1 2 4

CRITERIOS		DESCRIPCIÓN	RANGO
Recuperabilidad	MC	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado, por medio de la intervención humana.	
		• Inmediato	1
		• Medio Plazo	2
		• Mitigable	4
		• Irrecuperable	8
Acumulación	AC	Incremento progresivo de la manifestación del efecto.	
		• Simple (no acumulativo)	1
		• Acumulativo	4
Efecto	EF	Forma de manifestarse el efecto sobre el elemento ambiental.	
		• Indirecto (se produce a partir de un efecto primario)	1
		• Directo (incidencia inmediata)	4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto.	
		• Irregular	1
		• Periódico	2
		• Continuo	4

En la matriz se determinaron los valores de los factores, posteriormente se calculó la importancia de las consecuencias ambientales del impacto, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación (Conesa, 2010):

$$\text{Importancia del Impacto (I)} = 3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{MC} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR}$$

Considerando los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede oscilar entre las 13 y 100 unidades, dicha rango de valores se clasificó de la siguiente manera (Conesa, 2010):

Tabla 11. Clasificación de valores de importancia.

SIGNIFICANCIA	UNIDADES
Irrelevante/ Compatible	Menor a 25
Moderado	25 - 49
Severo	50 - 75
Crítico	Mayor a 75

## VIII.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Áreas naturales protegidas:** Las zonas del deterioro nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que quieren ser preservadas y restauradas.

**Área de influencia:** Espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterara algún elemento ambiental.

**Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmosfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición u condición natural.

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

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

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

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

**Duración:** El tiempo de duración del impacto: por ejemplo, permanente o temporal.

**Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre si y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempos determinados.

**Educación ambiental:** Proceso de formación dirigido a toda sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente.

**Emisión:** Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

**Entorno:** Es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

**Escenario:** Descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente con varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que este se vuelva abrumador e inmanejable.

**Evaluación ambiental:** Predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

**Flora silvestre:** Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Fauna silvestre:** Las especies animales que persisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**Impactos acumulativos:** Efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generan otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente lo están generando.

**Impacto ambiental:** Modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- La tasa de renovación de los recursos naturales.
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación.
- La tasa de asimilación de contaminantes.

**Impactos indirectos:** Variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo.

**Impactos potenciales:** Posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

**Impactos residuales:** Impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impactos sinérgicos:** Aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone la incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

**Indicador:** Los indicadores son parámetros, o algunos valores derivados de los parámetros que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o

tendencias en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

**Indicador de impacto ambiental:** Elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia través del tiempo, expresada en términos cuantitativos

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

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes andes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Naturaleza de impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

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

**Recurso natural:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

**Región:** Espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo. Utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Residuos peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas, presenten un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

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

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Superficie total:** Suma de la superficie por tramo (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía)

**Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por la obra de infraestructura eléctrica y asociada.

### VIII.3. FUENTES CONSULTADAS

#### VIII.3.1. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicado en el D.O.F. el 31 de Julio de 2014.

Allredge, M. W., K. H. Pollock, T. S. Simons, and S. A. Shriner. 2007. Multiple-species analysis of point count data: A more parsimonious modeling framework. *Journal of Applied Ecology*

Armbrust DV (1984). Wind and sandblast injury to field crops: effects of planta age. *Agron J* 76: 991-993.

Armbrust DV y Lyles L (1975). Soil stabilizers to control wind erosion. In: Soil conditioners, Soil Science Society of America, special publication no. 7 Soil Science Society of America Inc. Madison.

Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coordinadores). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Becerra, M. (1999). *Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos*. Texcoco México: Universidad Autónoma Chapingo.

Buschiazzo, DE y V Taylor. 1993. Efectos de la erosión eólica sobre algunas propiedades de suelos de la Región Semiárida Pampeana Central. *Ciencia del Suelo* 10/11: 46-53.

Butler, S., 1957: *Engineering Hydrology*. Prentice Hall Inc. USA. PP 365.



- Campos A., D.F. 1998. Procesos del Ciclo Hidrológico. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.
- Chávez-León, G. y A. Velázquez. 2004. Abundance and distribution of the Long-tailed Wood-Partridge (*Dendrortyx macroura*) in a temperate coniferous forest. *Journal of field Ornithology* 75:345–352.
- Chepil, W.S., F.H. Siddoway y D.V. Armbrust. 1963. Climatic index of wind erosion conditions in the Great Plains. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27: 449-452.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2007. “MANUAL DE OBRAS Y PRACTICAS”, Protección, restauración y Conservación de Suelos Forestales. 3a ed. Gerencia de Suelos Forestales. Zapopan, Jalisco, México. 298 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D.F.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Manual de Obras y Prácticas. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. 3 ed. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 298 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2009. Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 63 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2011. Servicios ambientales y cambio climático. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 75 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 212 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2014. La biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Cortés T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 168 p.
- Custodio E. y Ramón L., M. 1983. Hidrología Subterránea. Ed. Omega, Barcelona.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2001), "Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastre en México", ISBN 970-628-593-8, México, 225 pp.

Cruz-Falcón A. 2007. Caracterización y Diagnóstico del Acuífero de la Paz BCS Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos.

Tesis de Doctorado. IPN-CICIMAR, Diciembre 2007. 139 p

Domínguez, R., O. Fuentes y F. García (1999), Inundaciones, Serie Fascículos No. 3, CENAPRED, México.

FAO. 2007. Situación de los bosques del mundo. FAO, Roma.

FAO-PNUMA-UNESCO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones para el Medio Ambiente (UNESCO). Roma, Italia

F. González-García. 2011. Métodos para contar aves terrestres: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.

García E., 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 4ª. Edición. México D. F. 217 p.

González-García, F. y H. Gómez-de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. In Conservación de aves. Experiencias en México, H. Gómez-de Silva y A. Oliveras-de Ita (eds.). CIPAMEX, Conabio, NFWF, México, D. F. p. 150-194.

Hernández, M. H. 2006. La Vida en los Desiertos Mexicanos. FCE, SEP, CONACYT. México, D.F.

González, M. 1991. La ecuación universal de pérdida de suelo. Pasado, presente y futuro. Ecología. 5: 13-50.

Gray, T.H. & Leiser, A.T. 1982. Biotechnical Slope Protection and Erosion Control. Van Nostrand Reinhold Company. 271 pp.

Halfpeter, G.; Ezcurra E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? In: La diversidad biológica de Iberoamérica I, G. Halfpeter (Comp). Acta Zoológica Volúmen Especial. CYTED-D, Instituto de Ecología, Secretaría de Desarrollo Social, México. 3-24 p.

Heywood, V.H. y Watson, R.T. 1995. Global Biodiversity Assessment. UNEP – Cambridge University Press, Cambridge.

- Instituto Nacional de la Infraestructura física Educativa. (2011). Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones. Vol. 4. Tomo II. (INIFED).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía de erosión del suelo Escala 1: 250 000 Serie VI.
- Jiménez, O. F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 1-7.
- Jiménez, O. F. 1994. Planificación de los recursos hidrológicos en la agricultura mediante el balance hídrico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 1-7.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revta. Ibér. Aracnol.*, 8: 151-161.
- Kaufman, K. 2014. KAUFMAN Field Guide to Birds of North America. BILL THOMPSON III. pp. 7-381.
- Krebs, C. J. 2000. *Ecología: Estudio de la distribución y de la abundancia*. Segunda Edición. Oxford University Press. México. México D.F. 753 p.
- Lebgue K., T. 2013. Gramíneas de Chihuahua. Manual de identificación. Universidad Autónoma de Chihuahua-Textos Universitarios. Chihuahua, Chihuahua. 299 p.
- Leopold, A. S. 1965. *Fauna Silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.
- Lyles, L., and J. Tatarko, 1986. Wind erosion effects on soil texture and organic matter. *J. Soil Water Conserv.* 41: 1991-1993.
- Manual de Obras y Prácticas. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (CONAFOR, 2007), Anexo 1. Costos unitarios promedio nacionales de las obras de restauración de suelos y reforestación para proyectos de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales (CONAFOR, 2010).
- Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica; experiencias nacionales; Managua, Nicaragua, Agosto 2005.

- Martínez Salvador. 2014. Reporte de modelos de volúmenes para especies arbustivas de zonas áridas. Proyecto CONACYT-CONAFOR. Número de proyecto 148094. INIFAP. Campo Experimental la Campana.
- Ministerio del Ambiente. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.
- Moreno C. E., 2001. Manuales para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA vol. 1. ORCYT/UNESCO & SEA. 84 p.
- Oldeman, L.R. 1998. Guidelines for general assessment of the status of human-induced soil degradation. Working paper 88/4. ISRIC. Wageningen. 1998.
- Oldeman, L.R. and G.W.J. Van Lynden. 1988. Revisiting the Glasod Methodology. In R. Lal, W.H. Blum, C. Valentine, B.A. Stewart (eds). Methods for Assessment of Soil Degradation, CRC, Boca Raton, Florida, USA, pp. 423-427.
- ONU, 1972: Manual de instrucciones, estudios hidrológicos. – 540 págs. ONU Publ. Nº 70.; San José, Costa Rica.
- Orosco P., L. M. 2006. Balance Hidrológico y Valoración Económica de la Producción de Agua en la Microcuenca del Río Zahuapan, Tlaxco, Tlax. Tesis de Maestría. UACH, México.
- Osuna C., E. S., J. S. Padilla R., E. Martínez M., M. A. Martínez G. y J. A. Acosta G. 2006. Sistema de producción integral y de conservación de suelo y agua en la zona semiárida del norte centro de México. In Memorias de la XII Reunión Nacional y II de América Latina y el Caribe sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia. Querétaro. México.
- Pimentel, D., McNair, M., Back, L., Pimentel, M. y Kamil, J. 1997. The value of forests to world's food security. *Human Ecology* 25: 92-120.
- Ralph, C. J. & Scott, M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian biology* (6). USA: Cooper Ornithological Society.
- Romahn de la Vega, c. F.y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometría. 2ª. Edición digital corregida y aumentada. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de Méx. 309 p.
- Sánchez., V. A. 1987. Conceptos elementales de Hidrología forestal. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 149 p.
- Santiago P., V. 2012. Gestión Integral de los Servicios Ecosistémicos de la Microcuenca del río San Juan, Tlazoyaltepec, Oax. Tesis de licenciatura. UACH, México.

- Schosinsky, G. & M. Losilla. 2000. Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. *Revista Geológica de América Central*. 23: 43-55.
- SEMARNAT. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Capítulo 3: Suelo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tlalpan, México, D.F. 106 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2002. Evaluación de la degradación del suelo causado por el hombre en la República Mexicana Escala 1:250.000. Memoria Nacional. México, D. F. 76 p.
- SEMARNAT, COLPOS. 2002. Evaluación de la degradación causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México.
- SEMARNAT. 2009. Cambio climático; Ciencia, evidencia y acciones. SEMARNAT. Tlalpan, México, D.F. 81 p.
- Simons, T.R., Alldredge, M.W., Pollock, K.H. & Wettroth, J.M. 2007. Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts.
- Thornthwaite, C. W., 1948. An approach towards a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 39, 55-94.
- Torres Benites, Elibeth; Cortes Becerra, José; Mejía Sáenz, Enrique; Exebio García, Adolfo; Santos Hernández, Ana Laura; Delgadillo Piñón, Ma. Eugenia. (2003). Evaluación de la degradación de los suelos en la cu"El Josefino", Jesús María, Jalisco. *Terra Latinoamericana*, Enero-Marzo, 117-126.
- TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p
- Trejo-Vázquez, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas* 39:40-52.
- USDA-SCS (Soil Conservation Service). 1972. National engineering handbook. Section 4. Hydrology. U. S. Department of Agriculture. Washington, DC, USA.

Van Lynden, G.W. j., Oldeman, L. R. (1997): The assessment of the human- Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen. 41 pp.

Vázquez, Y. C., A.I. Bátis M., M.I. Alcocers., M. Gual D. Y.C. Sánchez D., 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Instituto de Ecología, UNAM-CONABIO, México, D.F., 311 pp

Velasco- Molina H.A; 1991. Las zonas áridas y semiáridas. Sus características y manejo. México D.F.

Viramontes., O. O. 2012. Tercer curso-taller CUSTF 2012. Chihuahua, Chihuahua.

Wilson, B. N., Barfield, B.J. Ward, A.D. and Moore, I.D. 1984. A hydrology and sedimentology watershed model. Part I:

Operational format and hydrologic component. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 27:1370-1377

Wilson Gavin J. Delahay Richard J. (2001) A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. Wildlife Research 28, 151-164.

Westenbroek, S.M., Kelson, V.A., Dripps, W.R., Hunt, R.J., and Bradbury, K.R., 2010, SWB—A modified Thornthwaite-Mather Soil-Water-Balance code for estimating groundwater recharge: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6—A31, 60 p.

Wischmeier W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agr. Handbook 537. U. S. Dept Agr. Washington D. C. 58 p.

Woodruff, N. P., and Siddoway, F. H. 1965. A wind erosion equation: Soil Science Society of America Proceedings, v. 29, no. 5, p 602-608.

### VIII.3.2. CONSULTAS EN LÍNEA

BANXICO (Banco de México). 2015. Tipo de Cambio de venta: Peso Mexicano - Euro (MXN-EUR). Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/dyn/portal-mercado-cambiario/index.html>.

Becerril P, R; González S, E; Mastachi L, CA.; Díaz D, C; Ramos S, N. M. 2014. Contenido de carbono en un ecosistema semiárido del centro de México. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282014000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282014000100002&script=sci_arttext).

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de datos de las áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). CIPAMEX/ CONABIO/ Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza / Comisión para la Cooperación Ambiental. México, D.F. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx>: última consulta: 9.XII.2010

- Bermúdez.L.S/F. Degradación del suelos. Disponible en <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-10/DEGRADACION-DE-SUELOS.pdf>.
- Colegio Domingo Savio. 2006. Árboles: funciones de los bosques y de los árboles. Disponible en [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2006/LA\\_PAMPA/1211/arboles.html](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2006/LA_PAMPA/1211/arboles.html)
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad).2015. ¿Qué es un ecosistema? Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees.html>.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2011. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011. Disponible en [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/forestalsuelos/Anuarios/ANUARIO\\_2011.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/forestalsuelos/Anuarios/ANUARIO_2011.pdf) 11/08/2015.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2009. Diario oficial de la federación No.20, tomo DCLXXI. Disponible en [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DOF280809B\\_REPDA.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DOF280809B_REPDA.pdf)
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012. Atlas Digital del Agua México. Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo09.html>.
- CMIC (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción). 2015. Índice de Normas: Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en [http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Leyes\\_y\\_Normas\\_SEMARNAT/NOM/nom.htm](http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Leyes_y_Normas_SEMARNAT/NOM/nom.htm)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2011). Diccionario de datos edafológicos. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd\\_edafologicos\(alf\)\\_250k.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/dd_edafologicos(alf)_250k.pdf).
- INEGI (Instituto nación de estadística y geografía). 2013. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa. Disponible en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2013/AEGPEF\\_2013.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2013/AEGPEF_2013.pdf).
- Manual de Obras de recuperación de suelo y recarga de acuíferos. SAGARPA. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/17%20TINAS%20CI EGAS>.
- Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales, CONAFOR. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/23/01.pdf>.



POET Manzanillo (2016). Programa de ordenamiento ecológico y territorial local del territorio de Manzanillo, Colima. Disponible en: <http://www.periodicooficial.col.gob.mx/p/30072016/sup01/16073001.pdf>

POET Regional Subcuenca Laguna de Cuyutlán (2003). Programa de ordenamiento ecológico y territorial Regional Subcuenca Laguna de Cuyutlán. Disponible en: [http://admiweb.col.gob.mx/archivos\\_prensa/banco\\_img/file\\_59d6361e9c7f5\\_programa\\_d\\_e\\_ordenamiento\\_ecologico\\_territorial\\_sub\\_cuenca\\_cuyutlan.pdf](http://admiweb.col.gob.mx/archivos_prensa/banco_img/file_59d6361e9c7f5_programa_d_e_ordenamiento_ecologico_territorial_sub_cuenca_cuyutlan.pdf)

RAMSAR. 2010. La convención Ramsar en México: sitios Ramsar. Disponible en: <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>

SEMARNAT (secretaría del medio ambiente y recursos naturales). 2004. Degradación del suelo en la República Mexicana-Escala 1:250 000. Dirección Disponible en [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/degra250kgw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/degra250kgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no).

SEDECO2 (Sistema europeo de negociación de CO<sub>2</sub>). 2015. Precios CO<sub>2</sub> (SPOT). Disponible en: <http://www.sendeco2.com/es/comprar-y-vender-co2>.

SMN (Sistema meteorológico nacional). 2015. Normales Climatológicas por Estación. Disponible en: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75).