Capítulo I

Datos Generales Del Proyecto Y Del Promovente.

CONTENIDO

I . Datos Generales del Proyecto y del Promovente 3
I.1 NOMBRE DEL PROYECTO 3
I.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO 3
I.3 DURACIÓN DEL PROYECTO 5
I.3.1 Datos generales del promovente 8
I.3.1.1 Nombre o razón social. 8
I.3.1.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 8
I.3.1.3 Datos del Representante Legal. 8
I.3.1.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones. 8
I.4 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 8
I.4.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 8
I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 8
I.4.3 Dirección del responsable técnico del documento 8
I.4.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. 9

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS EXTREMAS 3
TABLA 2. CONJUNTO DE PREDIO A AFECTACIÓN POR EL PROYECTO. 3
TABLA 3. AFECTACIÓN DEL PROYECTO POR USO DEL SUELO. 4
TABLA 4. ÁREAS GENERALES DEL PROYECTO. 4

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ÁREAS DE AFECTACIÓN PREDIO. 5
FIGURA 2. TORRES A CONSTRUIR 7

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

"Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima"

I.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO

Estado: Colima
Municipio: Manzanillo
Predio: Predio urbano con clave catastral 07-01-12-071-158-000
Tenencia de la tierra: Propiedad Privada
Propietario: CELSIUS SA DE CV
Coordenadas extremas:

Tabla 1. Coordenadas extremas

Orientación	Coor X	Coor Y
Norte	568,263	2,113,742
Este	568,383	2,113,708
Oeste	568,222	2,113,687
Sur	568,365	2,113,641

La Fracción C de la Ex -Hacienda Santiago que es la propiedad donde se desarrollará el proyecto tiene una superficie total aproximada de 10.842469 ha, de la cual la promovente Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V. es dueña de esta propiedad, la cual cuenta con **clave catastral 07-01-12-071-158-000** (se anexa documentación legal), sobre la cual se requiere **0.9749 ha** para el desarrollo del proyecto en esta primera fase, dentro de un proyecto que engloba la urbanización de la totalidad del predio, considerando que ya se cuenta con la autorización del Programa Parcial de Urbanización, dentro de la cual existe una superficie forestal de 0.9308 ha misma que corresponde a vegetación de selva baja caducifolia. Lo anterior, representa el **8.58%** del total del predio.

Tabla 2. Conjunto de predio a afectación por el proyecto.

Predio	Propietario	Superficie total (ha) del predio	Superficie de afectación (ha) del proyecto	Superficie de afectación forestal (ha)	Porcentaje de afectación (%) Forestal
Fracción C de la Ex Hacienda Santiago	Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.	10.842469	0.9749	0.9308	**95.48%**
Total		10.842469	**0.9749**	**0.9308**	**95.48%**

La superficie requerida para el proyecto es de 0.9749 ha, de la cual el CUSTF es de 0.9308 ha lo que representa el 95.48% cubiertas con vegetación de tipo Selva Baja Caducifolia dentro del polígono del proyecto, el restante 4.52% corresponde a un uso de brecha o camino existente lo que equivale a 0.0441 ha.

Tabla 3. Afectación del proyecto por uso del suelo.

Tipo de vegetación	Área (ha)	Porcentaje %
Camino existente	0.0441	4.52
Selva Baja Caducifolia	0.9308	95.48
Total	**0.9749**	**100**

El Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima se concibe como un desarrollo vertical de carácter residencial que prioriza **la funcionalidad, eficiencia espacial, seguridad estructural y calidad constructiva**. El diseño se integra de manera armónica al polígono disponible, maximizando la orientación y ventilación natural de cada unidad, así como la eficiencia circulatoria tanto peatonal como vehicular.

Se plantea un volumen arquitectónico contemporáneo, de líneas limpias, integrando materiales de bajo mantenimiento y alta durabilidad. La composición volumétrica se adapta a la topografía del terreno mediante la incorporación de **muros de contención** y una **planta baja técnica** que funciona como nivel de estacionamientos.

- **Número total de Departamentos:** 117 unidades
- **Distribución por tipo de unidad:**
  - 2 recámaras: 60% (70 unidades)
  - 1 recámara: 30% (35 unidades)
  - 3 recámaras: 10% (12 unidades)
- **Superficie por unidad:**
  - Tipo 1R: 60 m²
  - Tipo 2R: 90 m²
  - Tipo 3R: 125 m²
- **Elementos adicionales del proyecto:**
  - Dos casetas de acceso
  - Motivo de acceso principal
  - Barda perimetral
  - Muros de contención
  - Estacionamientos y áreas de servicio ubicados en planta baja (sótanos a nivel PB por topografía)

El proyecto se concibe como un desarrollo habitacional vertical moderno, seguro y eficiente, pensado para brindar calidad de vida a sus residentes mediante una correcta integración arquitectónica, estructural y urbana. La memoria aquí presentada resume la estrategia técnica y constructiva que garantiza el cumplimiento de normativas, durabilidad a largo plazo y una ejecución ordenada conforme a buenas prácticas profesionales.

Tabla 4. Áreas generales del proyecto.

Áreas de proyecto	Superficie m²	% del proyecto
Áreas verdes	3,504	35.94%
Construcciones auxiliares	163	1.67%
Estacionamiento y accesos	2,996	30.73%
Muros de contención y perimetral	139	1.43%
Sendero	136	1.40%
Torre de departamento	1,226	12.58%

Áreas de proyecto	Superficie m²	% del proyecto
Vialidad	1,585	16.26%
Total	**9,749**	**100.00%**

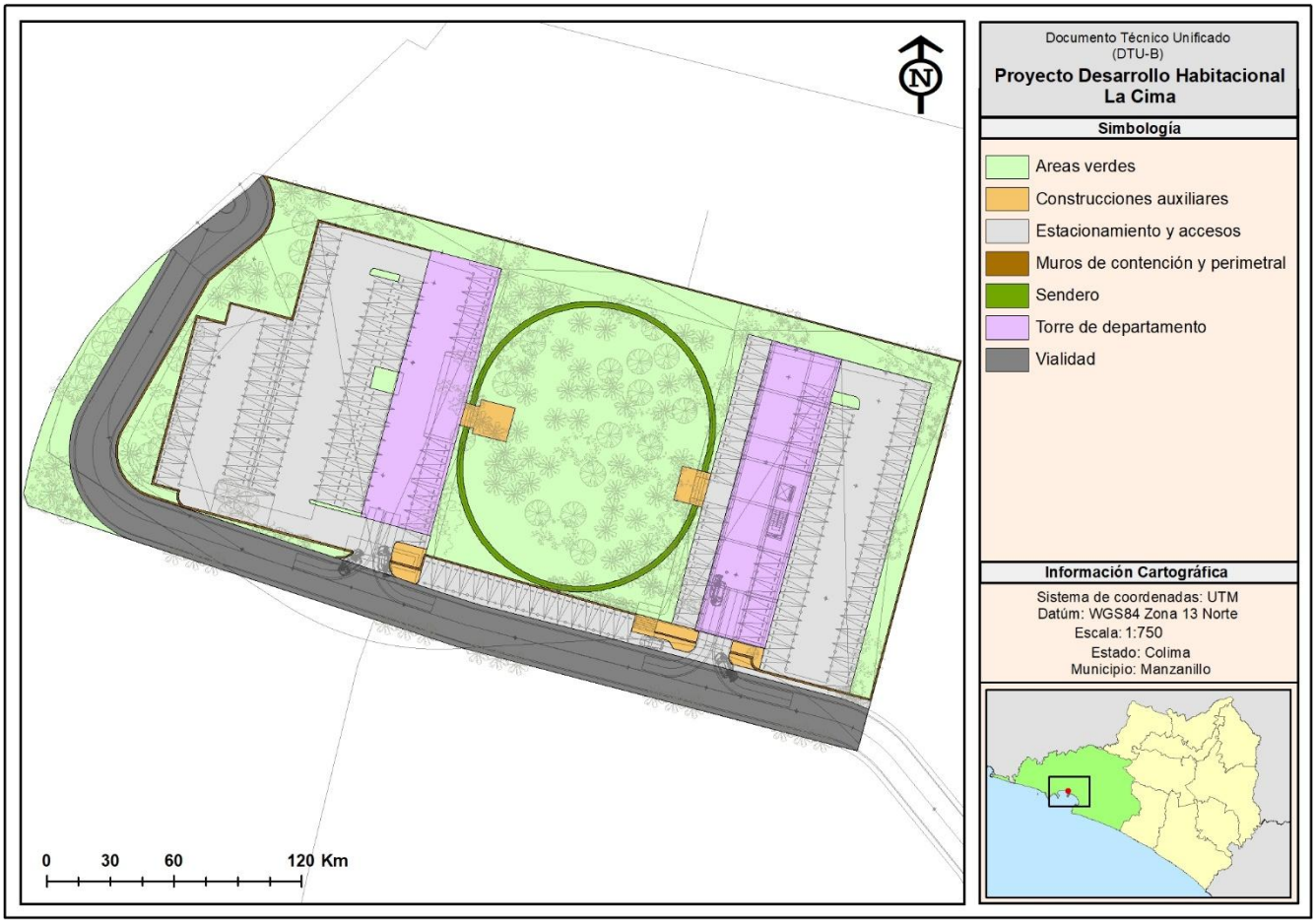


Figura 1. Áreas de afectación predio.

I.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

En esta sección se presenta el programa de trabajo correspondiente a las actividades, de forma calendarizada, considerando también los tiempos para el cumplimiento de las medidas ambientales de restauración propuestas en el presente estudio. Las actividades del proyecto se ejecutarán en un periodo de **36 meses**, el despalme y desmonte se realizará de forma gradual en un periodo de **18 meses (1.5 años)**, la etapa de **Construcción 36 meses** la etapa de Operación y mantenimiento tendrá un periodo de duración de **permanente**.

Tabla No.I.1 Cronograma General de Trabajo.

Cronograma **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**													
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
Preparación del sitio	Obras preliminares	Deslinde y señalización de áreas del proyecto												
		Limpieza de basura del terreno												

Cronograma Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
	Medidas de mitigación preventivas	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna												
		Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora												
	Ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales	Derribo de vegetación												
		Despalme del suelo												
Etapa de Construcción	Trazo de obras de construcción de terracerías y plataformas	Trazo de las obras y edificaciones												
		Nivelación topográfica												
		Vialidades												
	Obras y actividades provisionales	Habilitación de bodega temporal de materiales												
		Comedor de trabajadores												
		Oficinas móviles												
		Sanitarios portátiles												
	Construcción y obra civil	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda												
		Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).												
		Construcción de obra civil de las torres												
		Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.												
		Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.												
		Señalética y mobiliario urbano.												
		Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas												
Operación y mantenimiento	Comercialización	Comercialización y Ocupación de viviendas												
		Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes												

Cronograma **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**													
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
Medidas de mitigación / compensación	Medidas internas (dentro del predio)	Reforestación de áreas verdes												
		Señalización de temas ambientales												
		Manejo de residuos												
	Medidas externas	Reforestación del predio de compensación												
		Obras de conservación de suelo y agua												

La etapa de Preparación del sitio (Rescate de flora y fauna, Desmonte y Despalme) se ejecutará en toda el área en el mismo periodo de tiempo**.**

La construcción de las torres iniciará una vez que se concluyan la cimentación, la primera torre de 9 niveles y con una altura total de 28.15 metros este edificio es proyectado en una superficie de 588.30 m^2, la segunda torre con diez niveles y una altura total de 30.70 metros se contempla en una superficie de 638 m^2.

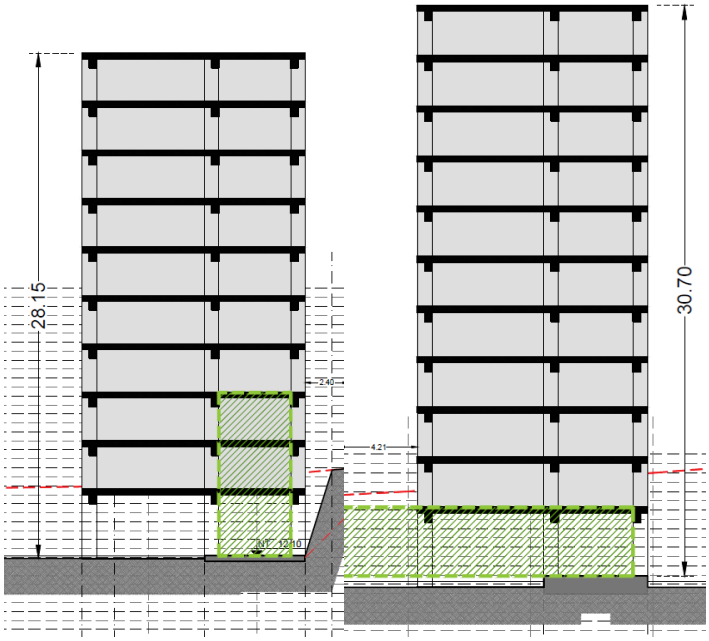


Figura 2. Torres a construir

Todas las unidades o departamentos contaran con los servicios y acabados que se definan en el proyecto ejecutivo, contando con los servicios sanitarios, hidráulicos, telefonía, internet, accesos, señalamientos, energía eléctrica, esta etapa es donde se requerirá mayor mano de obra e inversión.

I.3.1 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.3.1.1 Nombre o razón social.

Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.

I.3.1.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

RFC: DDS960529UZ1

I.3.1.3 Datos del Representante Legal.

C. Raúl Succar Hernández

Representante legal de Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.

artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

I.3.1.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

I.4 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.4.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Ing. Julián Barrón Quintana

I.4.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP

RFC:
CURF artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

I.4.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO

artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

I.4.4 DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Nombre

Ing. Julián Barrón Quintana

Domicilio

artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

Nº de inscripción en el Registro Forestal Nacional:

Of. SEMARNAT. SGPARN/UARRN/0792/13 de fecha 21 de marzo de 2013. Inscrito en el Registro Forestal Nacional en el libro: COL, TIPO UI, Volumen 2, Número 7, Año 13.

Capítulo II

Descripción del Proyecto

CONTENIDO

II . DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....5
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO....5
II.1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO....5
II.1.2 NATURALEZA DEL PROYECTO....7
II.1.3 OBJETIVO DE PROYECTO....10
II.1.4 UBICACIÓN FÍSICA....11
II.1.5 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS....15
II.1.6 INVERSIÓN REQUERIDA....15
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO....16
II.2.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO....17
II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL....18
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL....21
II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN....25
II.2.4.1 Preparación Del Sitio....25
II.2.4.2 Construcción....34
II.2.5 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES AL PROYECTO....50
II.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO....50
II.2.7 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO....50
II.2.7.1 Método De Muestreo....50
II.2.7.2 Cuantificación De Individuos A Remover Por Especie Por Estrato....60
II.2.7.3 Número De Individuos Totales A Remover Por Predio....61
II.2.8 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO....62
II.2.8.1 Identificación De Los Usos De Los Recursos Biológico Forestales....62
II.2.8.2 Valor Económico Maderable....64
II.2.8.3 Valor Económico De Productos No Maderables....66
II.2.8.4 Estimación Económica De La Fauna En CUSTF....68
II.2.8.5 ESTIMACIÓN ECONÓICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES....69
II.2.8.6 Estimación Económica Total De Los Recursos Biológicos Por Afectar....78
II.2.8.7 Beneficios De Mantener Ecosistemas Forestales....80
II.2.9 OPERACIÓN Y MANTEMIENTO....85
II.2.10 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES....87
II.2.11 PROGRAMA DE TRABAJO....87
II.2.12 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA....89
II.2.13 RESIDUOS....90
II.2.14 EMISIONES A LA ATMÓSFERA....92

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ÁREAS Y SUPERFICIES DEL PROYECTO. 9
TABLA 2. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL POLÍGONO DEL PROYECTO 9
TABLA 3. COORDENADAS DEL PREDIO DEL PROYECTO LA CIMA (WGS1984 UTM 13N). 12
TABLA 4. COORDENADAS DEL POLÍGONO DEL PROYECTO (WGS1984 UTM 13N). 13
TABLA 5. FORMA DE ABASTECIMIENTO DE SERVICIOS BÁSICOS EN EL PROYECTO 15
TABLA 6. CONJUNTO DE PREDIOS A AFECTACIÓN POR EL PROYECTO 17
TABLA 7. ETAPA 01 DE LOTES DEL PLAN MAESTRO 21
TABLA 8. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL POLÍGONO DEL PROYECTO 23
TABLA 9. COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 23
TABLA 10. SUPERFICIE DE AFECTACIÓN FORESTAL Y PREDIAL 25
TABLA 11. CRONOGRAMA DE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 26
TABLA 12. INDIVIDUOS POR RESCATAR EN LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN 0.9308 HA. 27
TABLA 13. ÁREA DE CUSTF POR AÑO Y PORCENTAJE DEL CUSTF TOTAL SOLICITADO 33
TABLA 14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 34
TABLA 15. ÁREAS Y SUPERFICIES DEL PROYECTO 37
TABLA 16. ÁREAS VERDES DEL PROYECTO 47
TABLA 17. ESPECIES POR UTILIZAR EN LA REFORESTACIÓN EN LAS JARDINERAS DEL PROYECTO 48
TABLA 18. MAQUINARIA Y EQUIPO DEL PROYECTO 49
TABLA 19. MATERIAL UTILIZADO EN EL INVENTARIO FORESTAL 51
TABLA 20. DENSIDAD DE LA COBERTURA ARBÓREA 51
TABLA 21. DISEÑO DEL SISTEMA DE MUESTREO UTLIZADO 52
TABLA 22. ESTRATIFICACIÓN DE LAS ÁREAS FORESTALES 53
TABLA 23. UBICACIÓN DE LOS SITIOS LEVANTADOS EN CAMPO (COORDENADAS UTM WGS84-Z13N) 55
TABLA 24. ECUACIONES DE VOLUMEN UTILIZADAS 56
TABLA 25. CÁLCULO DEL ERROR DE MUESTREO Y CONFIABILIDAD 59
TABLA 26. HECTÁREA TIPO DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DENSIDAD ALTA 60
TABLA 27. RECURSOS FORESTALES POR REMOVER EN SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN 0.9308 HA. 61
TABLA 28. USO PRINCIPAL DE LAS ESPECIES DENTRO DEL ÁREA DE CUSTF 63
TABLA 29. VOLÚMENES DISPONIBLES PARA MADERA EN ROLLO 64
TABLA 30. VOLÚMENES DISPONIBLES PARA LEÑA 65
TABLA 31. VOLÚMENES DISPONIBLES PARA POSTES 65
TABLA 32. PRECIO DE MERCADO DE LOS PRODUCTOS FORESTALES EN LA REGIÓN 65
TABLA 33. VALOR ECONÓMICO DE MADERA PARA ASERRÍO 66
TABLA 34. VALOR ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE LEÑA 66
TABLA 35. VALOR ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE POSTE 66
TABLA 36. VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES DE ALIMENTO 67
TABLA 37. VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES ECOLÓGICAS 67
TABLA 38. VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS. 68
TABLA 39. VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES MEDICINALES 68
TABLA 40. VALOR ECONÓMICO DE NO MADERABLES 68
TABLA 41. VALOR ECONÓMICO DE LAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE 68
TABLA 42. FACTIBILIDAD DE LA ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES 70
TABLA 43. CONTENIDO DE CARBONO (TC/HA) PARA EL BOSQUE TROPICAL SECO 74
TABLA 44. DIFERENCIA DE LA BIOMASA ACTUAL EN COMPARATIVA CON LA SUPERFICIE DE CUSTF 75
TABLA 45. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS HIDROLÓGICOS POR TIPO DE VEGETACIÓN. 78
TABLA 46. RESUMEN DEL VALOR ECONÓMICO DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES EN EL ÁREA DE PROYECTO 78

TABLA 47. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO O BIEN PRESTADO POR EL ÁREA FORESTAL 79
TABLA 48. VALOR ECONÓMICO DE LOS PRODUCTOS O BIENES Y SERVICIOS PRESTADOS POR EL ÁREA FORESTAL 80
TABLA 49. CLASIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 81
TABLA 50. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 82
TABLA 51. VALOR ECONÓMICO DE LA BIODIVERSIDAD 85
TABLA 52. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO 86
TABLA 53. CRONOGRAMA GENERAL DEL PROYECTO 87
TABLA 54. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO 89
TABLA 55. DESCRIPCIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS 90
TABLA 56. CATEGORIZACIÓN DE RESIDUOS 91
TABLA 57. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN EL PROYECTO 91
TABLA 58. EMISIONES DIRECTAS DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (CYGEI) DERIVADA DEL CONSUMO Y OXIDACIÓN DE COMBUSTIBLES EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN FUENTES MÓVILES (ARTÍCULO 5, FRACCIÓN II) 92
TABLA 59. EMISIONES INDIRECTAS DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (CYGEI) DERIVADA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (ARTÍCULO 5, FRACCIÓN IV) 92

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN (ELABORACIÓN PROPIA) EN EL ÁREA DEL PROYECTO 10
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL PREDIAL 12
FIGURA 3. VÉRTICES DEL SITIO DEL PROYECTO 14
FIGURA 4. DIAGRAMA DE PROCESO DEL PROYECTO. 16
FIGURA 5. CONTEXTO GENERAL VISTA SUR. 17
FIGURA 6. CONTEXTO GENERAL VISTA ESTE. 18
FIGURA 7. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA DEL PROYECTO 19
FIGURA 8. UBICACIÓN CON RESPECTO A LA REGIÓN HIDROLÓGICA Y CUENCA 20
FIGURA 9. UBICACIÓN CON RESPECTO A LA SUBCUENCA 20
FIGURA 10. UBICACIÓN CON RESPECTO A LA MICROCUENCA. 21
FIGURA 11. UBICACIÓN DE LA FASE 01 DEL PROYECTO EN EVALUACIÓN CON RESPECTO AL PLAN MAESTRO 22
FIGURA 12. ETAPAS DEL PLAN MAESTRO. 23
FIGURA 13. COORDENADAS DEL POLÍGONO SOLICITADO DE CUSTF. 25
FIGURA 14. BASURA DENTRO DEL SITIO DEL PROYECTO 26
FIGURA 15. EJEMPLO DE CAJA DE ALMACÉN Y RESGUARDO TEMPORAL DE LA FAUNA 29
FIGURA 16. GANCHO PARA MANIPULAR SERPIENTES 30
FIGURA 17. TRAMPA DE CAPTURA PARA MAMÍFEROS 32
FIGURA 18. AVANCE DEL CUSTF TRIMESTRAL 33
FIGURA 19. ÁREAS O ZONAS DEL PROYECTO DE LA FASE 01 36
FIGURA 20. PLATAFORMAS A CONSTRUIR DE DESPLANTE 37
FIGURA 21. PLATAFORMAS A CONSTRUIR (TERRENO NATURAL COLOR ROJO) 38
FIGURA 22. ESQUEMA DE VIALIDADES PRIMARIAS DEL PROYECTO 38
FIGURA 23. VIALIDAD DE ACCESO AL DESARROLLO INMOBILIARIO 39
FIGURA 24. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO Y MECÁNICA DE SUELOS 40
FIGURA 25. EJEMPLO DE CIMENTACIONES 42
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN DEL TIPO DE DEPARTAMENTOS 44
FIGURA 27. TORRES DE DEPARTAMENTOS 45
FIGURA 28. JARDINERAS Y ÁREAS VERDES 48
FIGURA 29. PROCESO DE FOTOINTERPRETACIÓN 52

FIGURA 30. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO 54
FIGURA 31. FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS LEVANTADOS 55
FIGURA 32. PARÁMETROS INICIALES DEL PROYECTO EX - ACT 74
FIGURA 33. CÁLCULO DE EMISIONES DE tCO_2-E EN EL PREDIO DE CUSTF 75

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se describen las obras y actividades que se pretenden llevar a cabo y que dan origen a la necesidad del cambio de uso de suelo en terreno forestal (CUSTF) para destinarlas a un uso de desarrollo inmobiliario para uso habitacional. Las actividades del proyecto se clasifican en etapas, así mismo se enlistan las emisiones y residuos que se prevén generar. Además, se presenta el cronograma general de trabajo propuesto.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de dos torres para uso habitacional con una superficie total de proyecto de **0.9749 ha** (9,749 m^2), de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia (95.47%). El sitio del proyecto se ubica dentro de propiedad privada la cual pertenece al promovente comprendiendo un total de superficie equivalente a **10.8425 ha registrado con clave catastral 07-01-12-071-158-000 del Fracción C de la Ex-hacienda de Santiago** y que se localiza en la localidad denominada de Santiago, Municipio de Manzanillo, en el estado de Colima. En la zona conocida como Bahía de Santiago.

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** se presenta en formato de Documento Técnico Unificado Modalidad B en el cual se integra la evaluación en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo terrenos forestales de conformidad a lo establecido en el ACUERDO POR EL QUE SE EXPIDEN LOS LINEAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA SOLICITAR EN UN TRÁMITE ÚNICO ANTE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES LAS AUTORIZACIONES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y EN MATERIA FORESTAL QUE SE INDICAN Y SE ASIGNAN LAS ATRIBUCIONES CORRESPONDIENTES EN LOS SERVIDORES PÚBLICOS QUE SE SEÑALAN. (DOF: 22/12/2010).

Para la elaboración del presente DTU-B se observó el "**Instructivo para la elaboración del documento técnico unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B–particular**" de la SEMARNAT. Lo anterior, debido a que se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental y forestal, por las actividades descritas en el **artículo 28** de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fracción VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; IX.- Desarrollo inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros. Así mismo, el **artículo 5** del Reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPA, el cual establece que se requiere autorización en materia de impacto ambiental en los incisos **O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas; Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros**.

II.1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Con fecha del 14 de septiembre del 2007, la empresa Dynamica Desarrollos Sustentables, S.A. de C.V, presentó en la oficina de representación de la SEMARNAT en el estado de Colima la Manifestación de Impacto Ambiental, correspondiente al Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima, del cual se obtuvo la autorización de fecha del 14 de diciembre del 2007 con número de oficio SGPARN/UGA.-2933/07, en donde se autorizaron las actividades de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales. Sin embargo, estas actividades autorizadas no fueron desarrolladas en su momento ya que se paralizó por la crisis inmobiliaria internacional del 2008, originada en EE. UU. por una burbuja de hipotecas subprime, misma que impactó a México principalmente por su estrecha

relación económica, causando una desaceleración económica notable, una caída en la construcción y los créditos hipotecarios, y un aumento del desempleo, lo cual desfasó el calendario de ejecución de dicha obra.

De igual manera, con fecha del 14 de septiembre del 2007, Dynamica Desarrollos Sustentables, S.A. de C.V, presentó en la oficina de representación de la SEMARNAT en el estado de Colima, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) por el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales correspondiente al ***"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"***, como resultado, con fecha del 29 de enero del 2008, la promovente recibe la autorización en Materia Forestal mediante oficio resolutivo No SGPARN.UARRN.0205/08 en el cual se autoriza el desarrollo del proyecto inmobiliario, con una superficie de 3.6663 ha de terrenos forestales de selva baja caducifolia por afectar directamente con las diferentes actividades y una superficie total del proyecto de 1,949.20 ha.

En México, la crisis inmobiliaria y financiera que detonó en EE. UU. (2007–2008) se transmitió principalmente por dos vías:

(1) La caída de la actividad económica (menos empleo y consumo) y
(2) El endurecimiento del crédito a nivel internacional (menos financiamiento disponible).

En el mercado de vivienda, varios reportes del periodo señalan que el crecimiento fuerte de las ventas se frenó en 2008, y que los segmentos de mayor valor fueron más sensibles al ciclo económico.

En Manzanillo, Colima, el efecto se sintió con más fuerza por su componente turístico-costero. Un análisis inmobiliario de 2009 indica que las "ciudades de playa" fueron las más afectadas en 2008, porque la crisis en EE. UU. frenó la compra de residencias para extranjeros y la contracción turística limitó la capacidad de compra de vivienda de los residentes locales. Esto ayuda a explicar por qué, en la práctica, muchas inversiones se pausaron o se pospusieron: sin preventas suficientes y con financiamiento más difícil, los desarrollos nuevos tienden a "ponerse en espera" hasta que mejora la demanda.

Además, el propio Plan Estatal de Desarrollo de Colima 2009–2015 reconoce que la crisis (finales de 2008 y todo 2009) complicó el panorama económico; menciona, por ejemplo, una reducción de la IED en 2009, una disminución de la afluencia turística en 2009 (20.5%), y que "esta situación, aunada a la crisis, ha propiciado que la inversión para infraestructura turística se vea limitada". Periódico Oficial de Colima En un destino como Manzanillo, donde turismo e inmobiliario suelen ir de la mano (hoteles, condominios, vivienda vacacional), ese choque se traduce directamente en menos arranque de proyectos y detención/espera de nuevas inversiones en el sector.

A razón de lo anteriormente expuesto, donde las autorizaciones solicitadas se **encuentran vencidas en su vigencia** porque no fueron ejecutadas ocasionadas por la crisis inmobiliaria en el 2008, se presenta una n**ueva solicitud** considerando la definición de ecosistema costero en la modificación del 2018 en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; con lo cual el desarrollo inmobiliario del proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cim*a***" se ubica dentro de un ecosistema costero conforme a la definición, por lo que con esta nueva solicitud del Documento Técnico Unificado Modalidad B (DTU-B) con respecto a las obras y ajuste del proyecto y con ello cumplir los siguientes objetivos particulares:

1. Mantener el uso de suelo provisto en los planes de desarrollo urbano bajo la sustentabilidad, en cumplimiento de los criterios de la normatividad ambiental vigente y mejores prácticas internacionales.

2. Reconfigurar el proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cim*a***" en etapas conforme a la demanda de vivienda que asegure la calidad y necesidades que demanda la sociedad colimense.
3. Cumplir con la legislación ambiental vigente al considerar el ecosistema costero donde se ubica el proyecto inmobiliario a desarrollar, la cual establece los requisitos de protección ambiental y cuidado al ecosistema;
4. Por lo anterior, nueva solicitud a través del Documento Técnico Unificado modalidad B, tiene como objetivo principal contar con autorizaciones vigentes y en cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.
5. Desarrollar el proyecto en etapas, conforme la demanda de vivienda se presente, por lo que la actual solicitud es de la primera fase que consiste en el desarrollo inmobiliario de vivienda en el primero lote con una superficie de 0.9749 ha.

II.1.2 NATURALEZA DEL PROYECTO

La actividad turística se ha convertido en uno de los principales sectores económicos a nivel nacional y estatal. El estado de Colima cuenta con una diversidad turística de notable importancia. Esta actividad económica representa una sustancial fuente de generación de empleo en Manzanillo, lo anterior, por la derrama económica que genera por la movilidad internacional y nacional, así como los subsectores de transporte, alojamiento, consumo de alimentos y actividades recreativas.

Manzanillo sostiene su demanda turística por su perfil de sol y playa, estancias familiares, escapadas regionales y un componente relevante de cruceros. En la temporada de cruceros 2024–2025, el Gobierno de Colima reportó una expectativa de 21 arribos, y solo en la primera parte de la temporada (octubre–diciembre) se mencionan 5 cruceros y más de 13 mil visitantes.

Capacidad hotelera (cuartos) y señales de demanda. Para medir capacidad y demanda hotelera, un indicador directo es cuartos disponibles, cuartos ocupados y porcentaje de ocupación. Manzanillo (acumulado enero–septiembre 2025):

- Cuartos disponibles (promedio diario): 3,986
- Cuartos ocupados (promedio diario): 2,352
- Ocupación: 59.0%
- Comparación (acumulado enero–agosto 2024):
- En 2024 (ene–ago) se reporta para Manzanillo 4,314 cuartos disponibles (promedio diario) y 55.9% de ocupación.

En Manzanillo, la vivienda turística plurifamiliar en torres habitacionales (departamentos en condominio) se ha vuelto un formato cada vez más relevante porque combina tres factores clave: atractividad turística, operación eficiente para renta vacacional y mayor aprovechamiento del suelo en zonas de alta demanda (cercanas a playa y servicios). A diferencia de la vivienda unifamiliar (casas/villas), la vivienda vertical tiende a ofrecer ventajas claras para el visitante y para el inversionista: amenidades (alberca, elevador), seguridad, mantenimiento centralizado y estandarización del producto, lo que facilita su comercialización como segunda residencia o como unidad para renta de corta estancia.

La demanda actual se aprecia en indicadores turísticos y de hospedaje. Un "termómetro" confiable es la ocupación hotelera: en el acumulado en 2025, Manzanillo reporta aproximadamente 4,000 cuartos disponibles (promedio diario), 2,548 cuartos ocupados y una ocupación de 63.7%.

Este nivel sugiere un destino con tracción y temporadas con presión sobre el alojamiento, lo cual normalmente "derrama" hacia departamentos en renta vacacional y condominios turísticos, especialmente en fines de semana largos, temporadas altas y eventos.

Aunque la ocupación de renta corta suele ser menor que la hotelera por estacionalidad y competencia, el tamaño del inventario indica que existe una base sólida de demanda para alojamientos tipo "hogar completo", donde los departamentos de torre encajan muy bien.

En cuanto a la demanda futura, Manzanillo mantiene impulso por la actividad turística y la exposición del destino. Un ejemplo directo es la temporada de cruceros 2024–2025, que contempla 21 arribos hasta abril de 2025, lo que refuerza flujo de visitantes y proyección turística del puerto. Si estos flujos se sostienen, la vivienda turística vertical suele beneficiarse porque ofrece capacidad adicional en ubicaciones premium sin depender exclusivamente del crecimiento hotelero.

Manzanillo presenta condiciones favorables para torres habitacionales turísticas: demanda turística medible (ocupación hotelera), mercado activo de renta corta y un entorno regulatorio que ya reconoce la vivienda plurifamiliar vertical. El reto principal hacia adelante es cuidar la relación oferta–demanda (evitar saturación) y asegurar reglas condominales y operación que mantengan la rentabilidad de la renta vacacional.

Por lo anterior, el proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cima**" presenta una oportunidad para los inversionistas y para la sociedad en general el de contar con viviendas ya sea para descanso o de forma permanente, se ubicación de este desarrollo en el cruce de las calles Boulevard Miguel de la Madrid y Av. Península, en el municipio de Manzanillo, Colima; el predio cuenta con una extensión superficial a **10.8425 ha registrado con clave catastral 07-01-12-071-158-000**.

Área de Urbanización progresiva y ahora con uso del suelo Turístico Hotelero densidad media (TH-3), con frente al Blvd. Miguel de la Madrid por el lado norte y por el lado oeste con la calle Paseo de Santiago.

Usos y destinos permitidos: Habitación Unifamiliar, plurifamiliar horizontal, espacios verdes, abiertos y recreativos vecinales, equipamiento vecinal, comercios y servicios vecinales, manufacturas domiciliarias. Turístico Hotelero, Densidad Media.

El proyecto por desarrollar corresponde a dos torres de departamentos, **la torre uno con nueve niveles y 54 unidades** y la **torre dos con diez niveles y 63 unidades**, además de los espacios de estacionamientos, vialidades, senderos, construcciones auxiliares y áreas verdes.

El predio no cuenta con zona federal marítimo terrestre, pero por ser una zona cerril cubierta por selva baja caducifolia dentro de la zona urbana de Manzanillo, es necesario realizar el Cambio de Uso del Suelo para lo cual se presenta de forma conjunta para obtener la autorización en ambas materia (forestal y ambiental) con fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y La Ley General de Desarrollo

Forestal Sustentable, requiere la autorización en materia de Impacto Ambiental de acuerdo al artículo 28 de Evaluación de Impacto Ambiental el cual se enmarca en el punto **O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS** y punto **Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS** en base al Artículo 5° de Reglamento en Materia de Impacto Ambiental requerirán previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental.

En este sentido, el proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de viviendas a través de departamentos en dos torres donde se proveerán los servicios de luz, agua, drenaje, red telefónica e internet, entre otros en una superficie de proyecto **0.9749 ha,** de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1. Áreas y superficies del proyecto.

Áreas de proyecto	Superficie m2	% del proyecto
Áreas verdes	3,504	35.94%
Construcciones auxiliares	163	1.67%
Estacionamiento y accesos	2,996	30.73%
Muros de contención y perimetral	139	1.43%
Sendero	136	1.40%
Torre de departamento	1,226	12.58%
Vialidad	1,585	16.26%
Total	**9,749**	**100.00%**

Para el desarrollo del proyecto se contempla conformar dos plataformas donde se construirán las dos torres y los estacionamientos dependiendo de la topografía del terreno, en cada torre se equiparán con servicios básicos de agua potable, luz, drenaje, redes y en las áreas adicionales se tendrán los estacionamientos a base de pavimento hidráulico delimitados por muros de contención, señalización, espacios verdes con jardineras y arbolado, caseta de acceso amenidades en el jardín con un sendero circular.

Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)

De acuerdo con el levantamiento forestal realizado para el sitio del proyecto, se identificaron dos (2) áreas, una con vegetación del tipo Selva Baja Caducifolia con una superficie de **0.9308 ha**, y otra con un uso de suelo de **camino** rural o brecha con una superficie de **0.0441 ha**. En el presente DTU-B se solicita la autorización de **CUSTF en 0.9308 ha.**

Tabla 2. Uso del suelo y vegetación del polígono del proyecto.

Tipo de vegetación	Área (ha)	Porcentaje %
Camino existente	0.0441	4.52
Selva Baja Caducifolia	0.9308	95.48
Total	**0.9749**	**100**

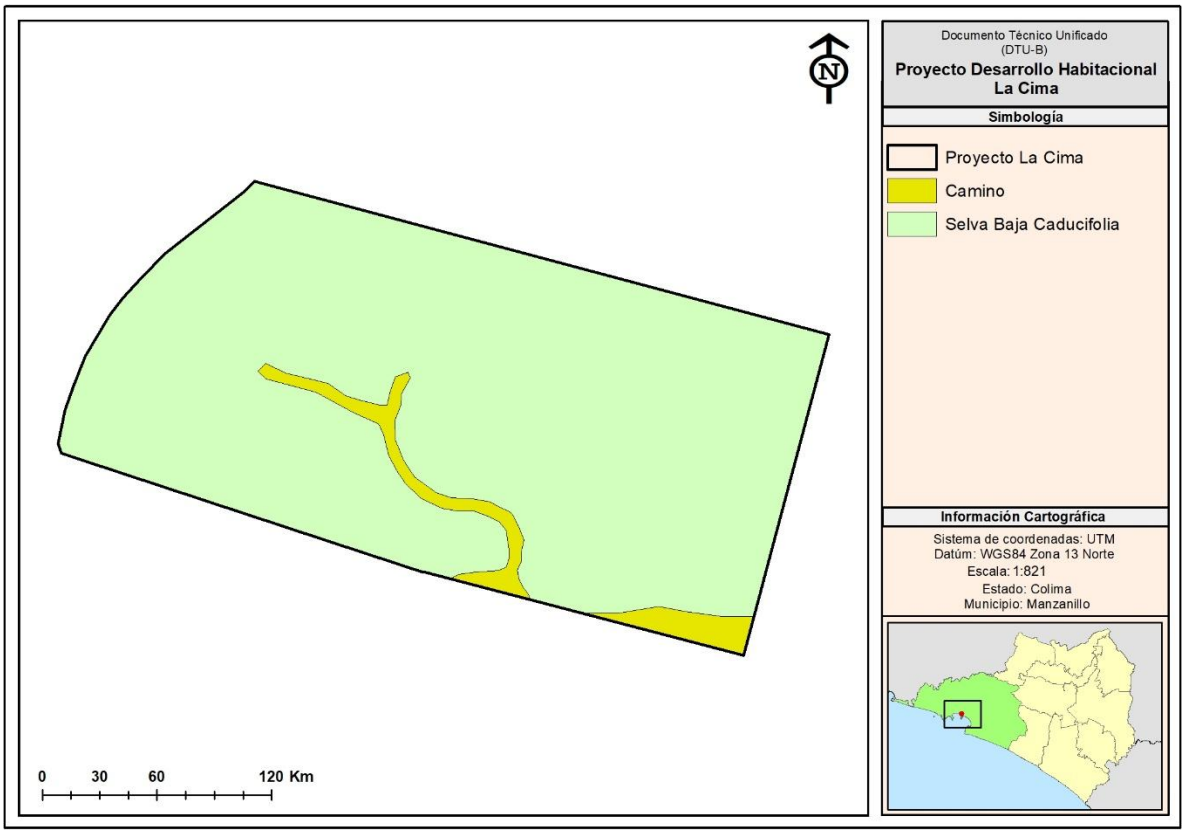


Figura 1. **Uso del suelo y vegetación (elaboración propia) en el área del proyecto.**

En este sentido, el proyecto contempla actividades de preparación del terreno propias del cambio de uso de suelo de terrenos forestales, tales como la ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre, la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora, el desmonte, la remoción de vegetación y el despalme. El proyecto tiene considerado la ejecución de actividades de reforestación e implementación de obras para la conservación de agua y suelo en el mismo predio del proyecto que será considerado como predio de compensación ambiental, el cual se localiza dentro de la misma subcuenca hidrológica, permitiendo con ello recuperar y mejorar los servicios ambientales que actualmente presta al ecosistema.

II.1.3 OBJETIVO DE PROYECTO

Considerando que la región Costa alegre de Jalisco y la zona de Manzanillo se ha convertido en un destino turístico atractivo no solo para el turismo nacional, sino de manera más importante para el turismo internacional y en el caso específico de Manzanillo razón por la cual en los últimos años, se ha construido en la zona una infraestructura y desarrollos con los más altos estándares de calidad y que están captando inversionistas extranjeros de alto nivel, quienes han elegido a Manzanillo entre otros destinos turísticos del mundo por la personalidad propia que este destino ha logrado mantener con el tiempo, y porque adicionalmente proporciona una amplísima gama de actividades y entretenimiento para toda la familia tales como: Restaurantes, tiendas, discotecas, galerías de arte, eventos artísticos, actividades acuáticas, golf. Por otro lado, el turismo y el inversionista extranjero hoy en día son particularmente sensibles al respeto por la naturaleza, y al cuidado del medio ambiente, el proyecto que se pretende construir denominado

Desarrollo Habitacional “La Cima”, es un proyecto residencial dirigido al mercado nacional y extranjero debido a la creciente demanda de viviendas con vista al mar, específicamente a la bahía de Santiago; y ya que este terreno

cuenta con las características físicas y de ubicación que permiten satisfacer este mercado es la razón primordial por la que se piensa desarrollar una área residencial privada consistente en desarrollar 117 unidades, distribuidas en dos torres colindante al Boulevard Miguel de la Madrid, espacios verdes y vialidades.

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** tiene como objetivo general la construcción de dos torres para uso habitacional con una superficie total de proyecto de **0.9749 hectáreas**, de los cuales cuenta con **0.9308 hectáreas** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia, en la costa del municipio de Manzanillo, Colima.

En este sentido, el proyecto tiene los siguientes **objetivos principales:**

- Desarrollar un proyecto habitacional en concordancia con la normatividad ambiental, asentamientos humanos y económicamente viable.
- Formar parte de la oferta habitacional de la región de Manzanillo en el estado de Colima.
- Generación de empleo y desarrollo en la región.

De manera particular, el presente Documento Técnico Unificado modalidad B (DTU-B) tiene como objetivo identificar los posibles impactos ambientales que pudieran ocasionar las **actividades de cambio de uso de suelo forestal y construcción de un desarrollo para uso habitacional en un ecosistema costero**. Así como el proponer e implementar previo y durante las actividades del proyecto, las medidas necesarias para minimizar los efectos de los impactos ambientales, con su respectivo Plan de Vigilancia Ambiental para un adecuado desempeño ambiental.

II.1.4 UBICACIÓN FÍSICA

El proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cima"** se localiza en terrenos del predio denominado fracción C de la Ex Hacienda de Santiago, municipio de Manzanillo, estado de Colima.

Para llegar al sitio del proyecto, partiendo del centro de Manzanillo, se toma el Boulevard Miguel de la Madrid hacia el Noreste por alrededor de 13 km, al llegar a esa altura, el predio estará al lado izquierdo del Boulevard. Se puede ingresar al predio por el fraccionamiento Península de Santiago y en la desviación del Boulevard Costero Miguel de la Madrid hacia la playa La Audiencia, dirigirse a la parte alta del fraccionamiento hasta encontrar una brecha que conduce a los terrenos del proyecto.

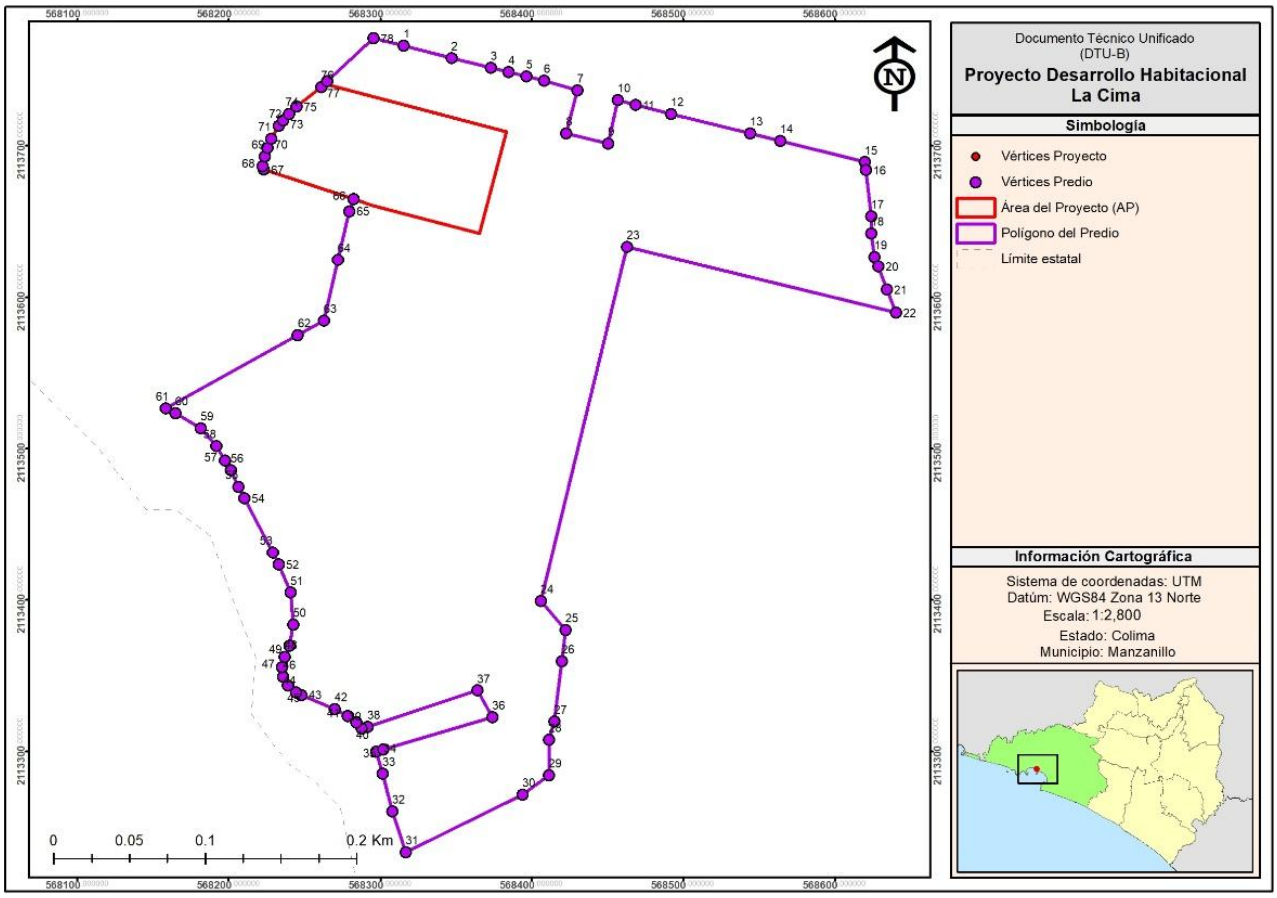


Figura 2. Ubicación del proyecto a nivel predial

Las coordenadas que delimitan al predio con clave catastral **07-01-12-071-158-000** se encuentran en las siguientes tablas:

Tabla 3. Coordenadas del predio del proyecto La Cima (WGS1984 UTM 13N).

Vértice	X	Y
1	568315.148	2113766.16
2	568347.039	2113758.13
3	568373.008	2113751.76
4	568384.51	2113748.81
5	568396.419	2113745.94
6	568408.18	2113743.08
7	568430.198	2113736.83
8	568422.802	2113708.23
9	568450.335	2113701.47
10	568456.827	2113730.18
11	568468.627	2113727.1
12	568491.785	2113721.24
13	568544.148	2113708.21
14	568564.123	2113703.23
15	568619.891	2113689.26
16	568620.711	2113684.08

Vértice	X	Y
41	568278.251	2113323.24
42	568269.682	2113327.96
43	568247.768	2113337.17
44	568244.17	2113338.89
45	568238.679	2113343.54
46	568235.779	2113349.39
47	568235.121	2113355.67
48	568236.548	2113362.37
49	568239.906	2113369.71
50	568242.376	2113383.64
51	568240.575	2113404.89
52	568232.854	2113423.52
53	568228.87	2113431.22
54	568210.107	2113467.22
55	568206.185	2113474.72
56	568201.206	2113485.74

Vértice	X	Y
17	568624.348	2113653.52
18	568624.201	2113642.17
19	568626.374	2113626.46
20	568628.698	2113620.34
21	568634.648	2113605.12
22	568640.725	2113589.78
23	568462.862	2113633.19
24	568405.793	2113399.24
25	568422.169	2113380.24
26	568419.674	2113359.7
27	568414.864	2113319.83
28	568411.232	2113307.66
29	568411.221	2113284.24
30	568393.869	2113271.42
31	568316.58	2113233.2
32	568307.727	2113260.38
33	568301.303	2113285.33
34	568297.123	2113299.92
35	568301.92	2113301.34
36	568373.824	2113322.68
37	568364.135	2113340.18
38	568291.621	2113316.34
39	568287.459	2113314.97
40	568283.957	2113319.01
57	568197.362	2113492.24
58	568191.449	2113501.75
59	568181.106	2113513.47
60	568164.395	2113523.56
61	568158.07	2113526.52
62	568245.43	2113575.02
63	568262.709	2113584.61
64	568271.762	2113624.75
65	568279.465	2113656.9
66	568282.36	2113664.8
67	568222.813	2113684.34
68	568222.094	2113686.45
69	568223.548	2113693.13
70	568225.355	2113698.54
71	568227.85	2113704.6
72	568232.897	2113713.21
73	568235.568	2113716.71
74	568239.558	2113721
75	568244.492	2113726.01
76	568260.914	2113738.95
77	568264.887	2113742.81
78	568295.416	2113771.18
Superficie = 10.842469 Ha		

Las coordenadas del proyecto en la primera fase y que es objeto de la presente solicitud que comprende una superficie de 0.9749 ha se encuentra en la siguiente tabla e ilustración.

Tabla 4. Coordenadas del polígono del proyecto (WGS1984 UTM 13N).

Vértice	X	Y
1	568222.81	2113684.34
2	568222.09	2113686.45
3	568223.55	2113693.13
4	568224.14	2113694.90
5	568225.35	2113698.54
6	568227.85	2113704.60
7	568232.90	2113713.21
8	568235.57	2113716.71
9	568239.56	2113721.00
10	568244.49	2113726.01
11	568260.91	2113738.95
12	568263.14	2113741.11
13	568383.17	2113709.19
14	568365.32	2113642.21
15	568298.64	2113659.57

Vértice	X	Y
16	568298.34	2113659.63
17	568297.89	2113659.74
18	568297.34	2113659.89
19	568296.86	2113660.04
20	568282.36	2113664.80
Superficie = 0.9749 Ha		

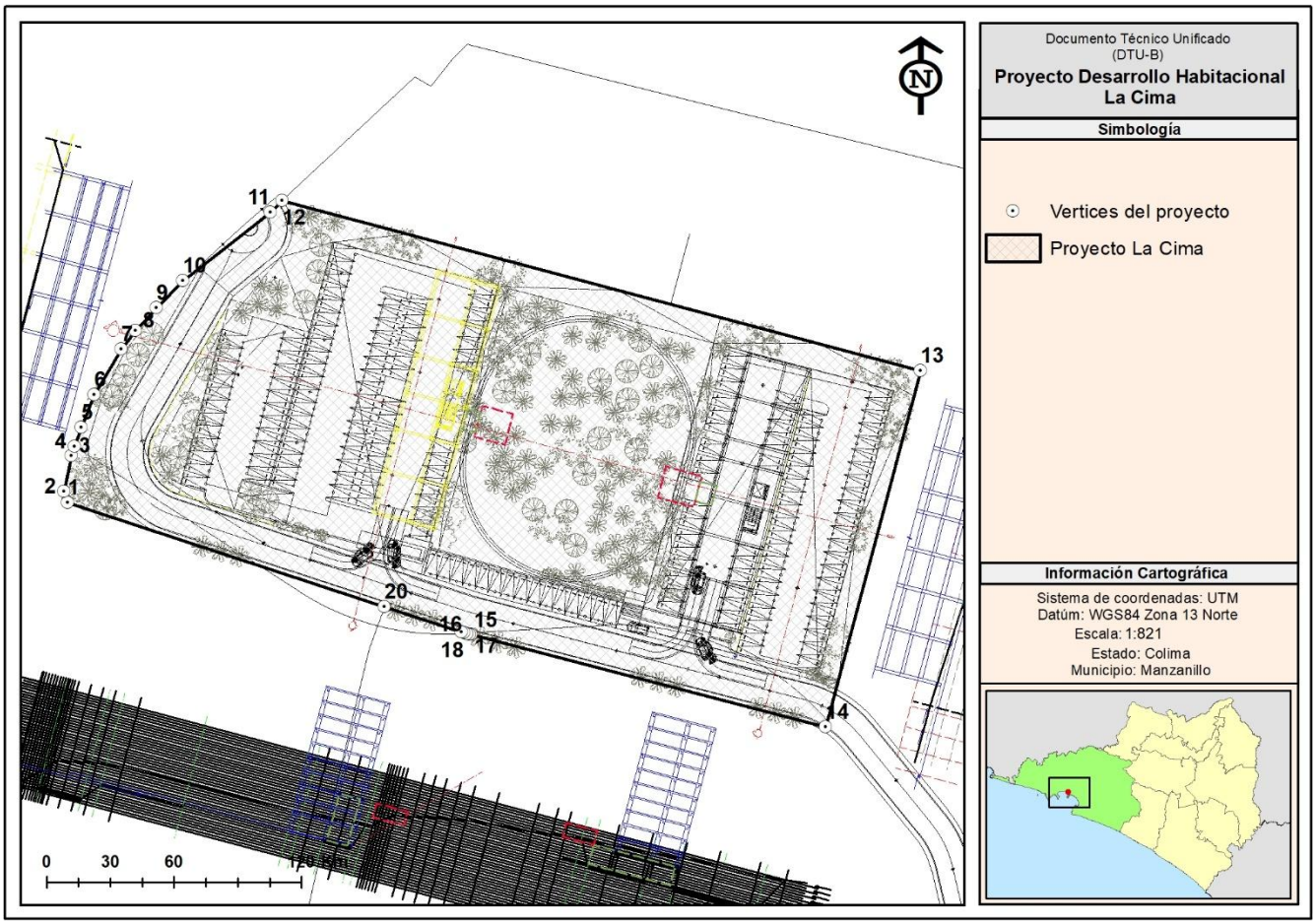


Figura 3. **Vértices del sitio del proyecto**

II.1.5 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El área del proyecto se ubica en la Ex Hacienda Santiago, por lo que el suministro de los servicios que se detallan a continuación:

Tabla 5. Forma de abastecimiento de servicios básicos en el proyecto

Servicio	Abastecimiento
Agua potable para servicios	**Durante las primeras etapas del proyecto (Preparación del sitio y Construcción)** se adquirirá el agua y será transportada al sitio del proyecto a través de pipas. Para la etapa de Operación se abastecerá de la red de agua potable de Manzanillo.
Drenaje	**Durante las primeras etapas del proyecto** se contempla la instalación de sanitarios móviles con su respectivo mantenimiento semanal por una empresa autorizada para ello. Durante la etapa de Operación, se conectará a la red de drenaje del municipio de Manzanillo.
Energía eléctrica	Para el caso de la red de electrificación, se construirá con recursos propios del promovente, la misma se conectará a la red de Comisión Federal de Electricidad que se encuentra sobre el Boulevard Miguel de la Madrid.
Caminos	Colindante al predio del proyecto se encuentra el Boulevard Miguel de la Madrid. Este camino es transitable todo el año y se encuentra en buen estado.
Recolección de residuos	El promovente del proyecto será responsable de la recolección y transporte de los residuos que se generen durante las diferentes actividades del proyecto, hasta el relleno sanitario.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, el promovente del proyecto se hará cargo de la adecuación e instalación de infraestructura necesaria para la interconexión a los servicios públicos básicos, es decir, el proyecto no demanda servicios nuevos por parte del Ayuntamiento. El proyecto ya cuenta con la autorización del Programa Parcial de Urbanización (se anexa copia de la autorización) con folio UR-52 dentro del cual se encuentra el presente proyecto definido como Lote 1 dentro del TH-3 como parte del programa de urbanización global.

II.1.6 INVERSIÓN REQUERIDA

Para la implementación del proyecto, se estima una inversión aproximada de artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP que incluye: trámites ambientales, preparación del sitio, urbanización, comercialización. La fuente de la inversión es privada.

Periodo de recuperación de capital. El período de repago del proyecto puede ser máximo **de 3 años**, dependiendo de imprevistos de la urbanización y comercialización de los departamentos, el cual está ligado directamente con el sector de bienes raíces a nivel nacional e internacional.

Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación

Dentro de los costos operativos, están contemplados los costos para las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, los cuales se detallan en el capítulo VII, en el caso de las Medidas de Prevención y Mitigación las actividades más importantes son:

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
- Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua
- Plan de Vigilancia Ambiental.
- Mejoramiento de las áreas verdes interiores

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

En el presente apartado se describen las obras y actividades en sus diferentes etapas, así como las obras asociadas y los servicios requeridos.

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario para uso habitacional con una superficie total de **0.9749 ha**, de los cuales cuenta con **0.9308** ha de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia. El sitio del proyecto se localiza en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima.

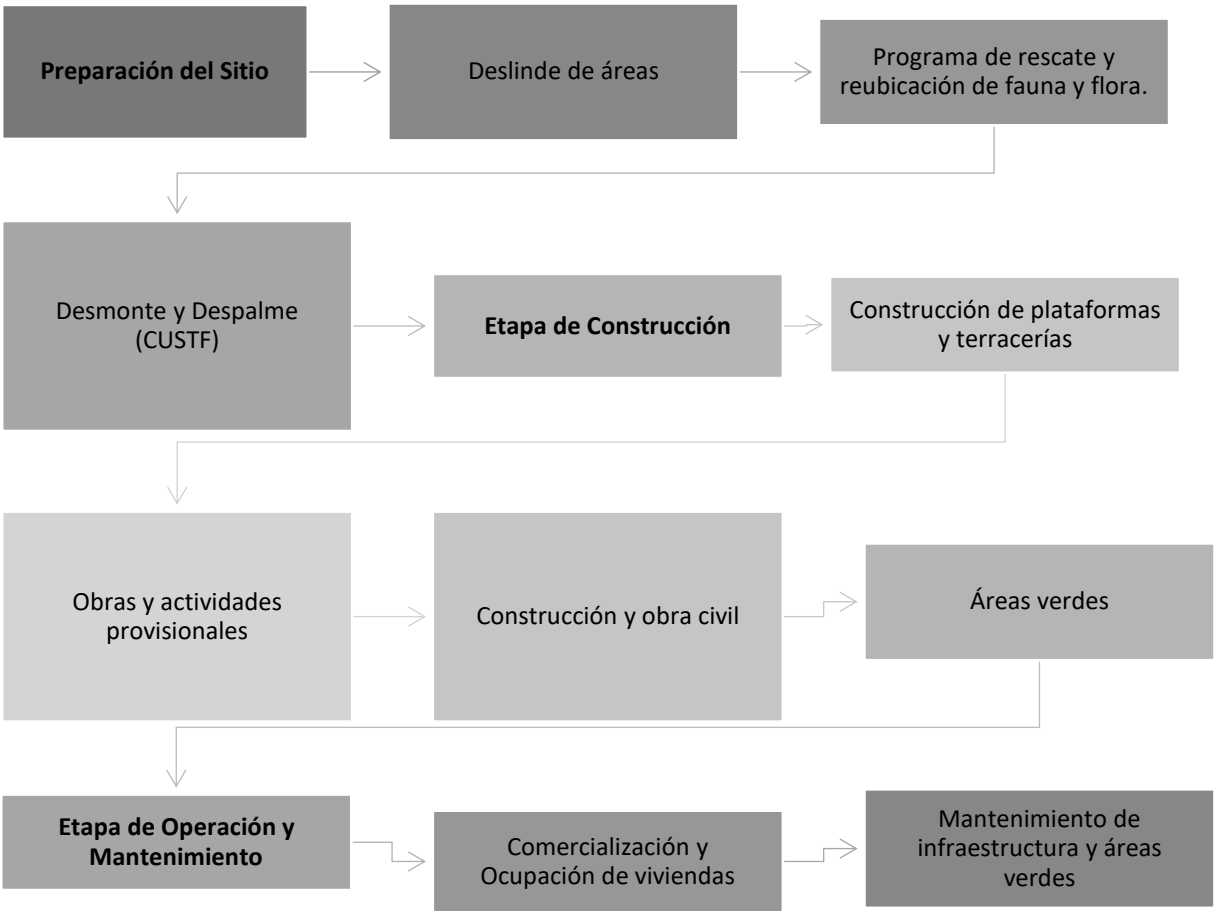


Figura 4. Diagrama de proceso del proyecto.

II.2.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** en esta primera etapa ocupa un área de en 0.9749 ha dentro del predio denominado **Fracción C de la Ex Hacienda Santiago**, que tiene un área de 10.842469 ha, lo que representa el **8.99% del predio,** específicamente la superficie sometida a CUSTF corresponde al **8.58%** del predio. La superficie del predio sometida a CUSTF es del **0.9308 ha,** misma que corresponde a vegetación de selva baja caducifolia.

Tabla 6. Conjunto de predios a afectación por el proyecto

Predio	Propietario	Superficie total (ha) del predio	Superficie de afectación (ha) del proyecto	Superficie de afectación forestal (ha)	Porcentaje de afectación (%) Forestal
Fracción C de la Ex Hacienda Santiago	Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.	10.842469	0.9749	0.9308	**95.48%**
Total		10.842469	**0.9749**	**0.9308**	**95.48%**

El proyecto corresponde a la fase 01 de la etapa 01 del proyecto en general, el cual incluye el desarrollo de otros lotes para uso de villas, torres de edificios y áreas comerciales, mismo que ya se cuenta con programa de desarrollo urbano autorizado (se anexa copia) en la siguiente ilustración se presenta el contexto general donde se ubica el proyecto en general y lo correspondiente a la fase 01 de la etapa 01, que es la que se presenta en esta solicitud.

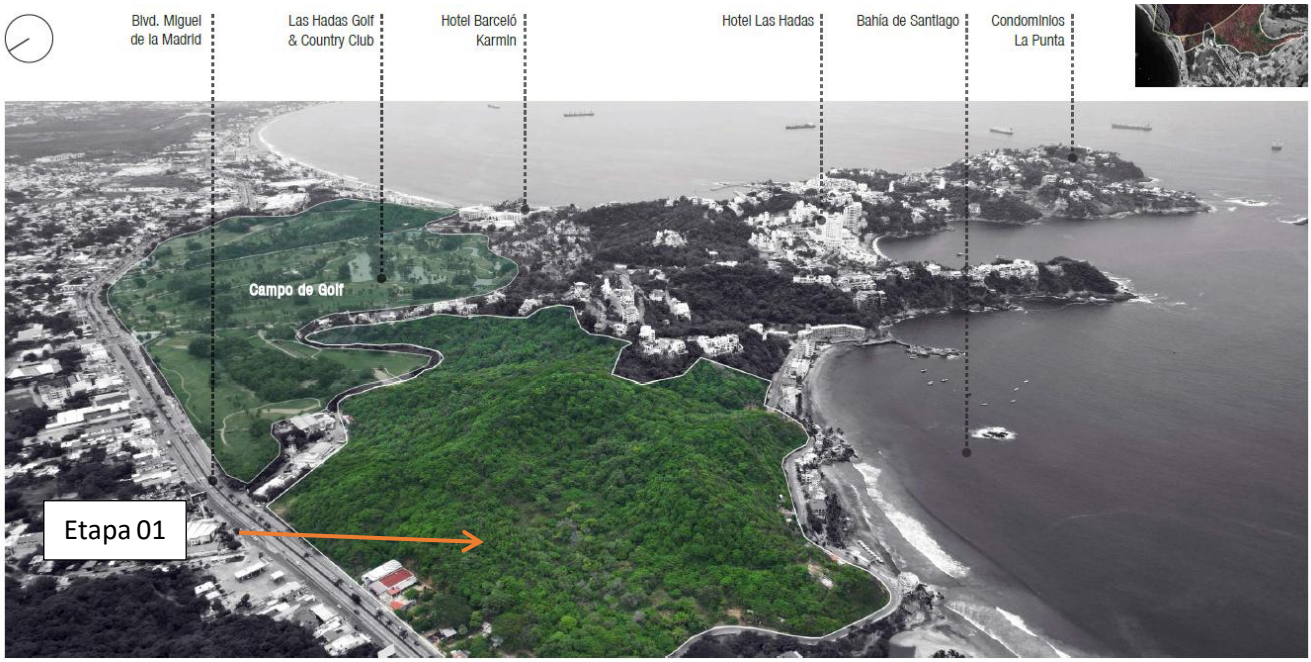


Figura 5. Contexto general vista sur.

El proyecto es más que un conjunto de edificaciones; es una comunidad interconectada donde los espacios físicos fomentan la convivencia, el bienestar y la identidad colectiva. Hacemos referencia a un ecosistema diseñado para equilibrar lo privado y lo comunitario, integrando la arquitectura con la naturaleza y ofreciendo espacios funcionales para la recreación, actividades al aire libre y la vida social.

Se efectuaron distintos proyectos (diseños) del proyecto para maximizar el aprovechamiento de la superficie, considerando la vegetación, topografía actual, vialidades existentes, distancia a la playa, proyectos similares cercanos y las factibilidades de servicios (agua, drenaje, luz, telefonía) así como los cálculos de volumen de tierras derivados de los cortes y rellenos, con el fin de reducir el movimiento de material y volumen de material sobrante.



Figura 6. **Contexto general vista este.**

Por lo que se concluyó que el proyecto actual es la mejor opción para los edificios, permitiendo así contar con superficie dentro del mismo predio para implementar medidas de mitigación y compensación como:

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
- Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional.
- Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua.

Las áreas propuestas para el CUSTF del proyecto corresponden a las características topográficas y de vegetación idóneas para desarrollar la lotificación del proyecto. La superficie de afectación forestal es de 4.2676 ha, la cual será de manera permanente.

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** requiere de una superficie total de **0.9749 ha,** de la cual **0.9308** posee cobertura vegetal, por lo que es necesario la autorización en materia forestal y de impacto ambiental, razón por lo que el promovente ha elaborado el presente DTU-B.

Ubicación geopolítica del proyecto:

- Estado: **Colima**
- Municipio: **Manzanillo**
- Región: **Ex Hacienda Santiago**
- Propiedad: **Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.**

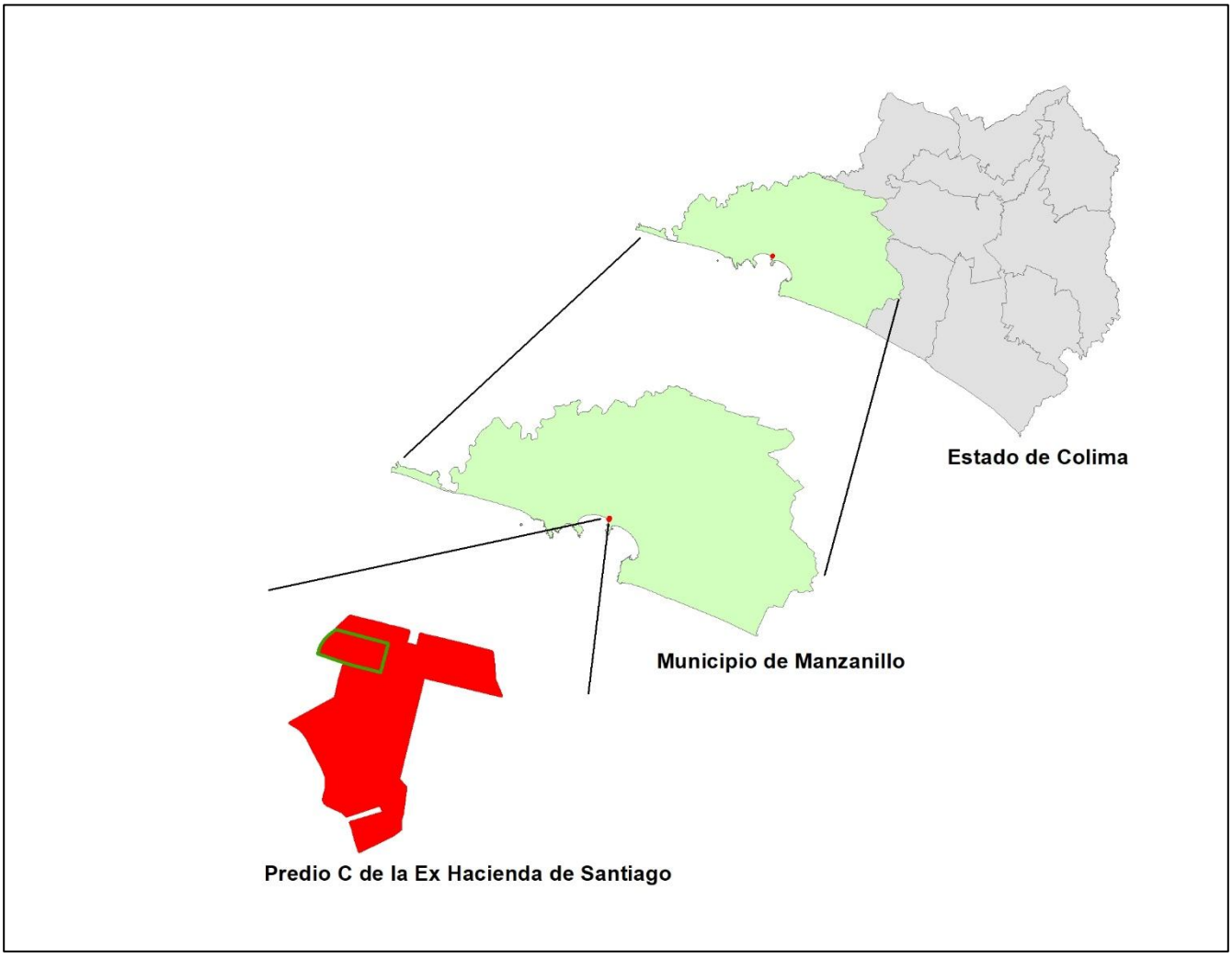


Figura 7. **Ubicación geopolítica del proyecto**

De acuerdo con la clasificación hidrológica de INEGI (Red hidrográfica Nacional 2.0), el **área del proyecto** se ubica en la Región Hidrológica del Costa de Jalisco (**RH15**), en un 100% dentro de la cuenca Río Chacala-Purificación (**A**) y subcuenca **Laguna de Cuyutlán** (**Aa**), como se puede observar las siguientes Ilustraciones:

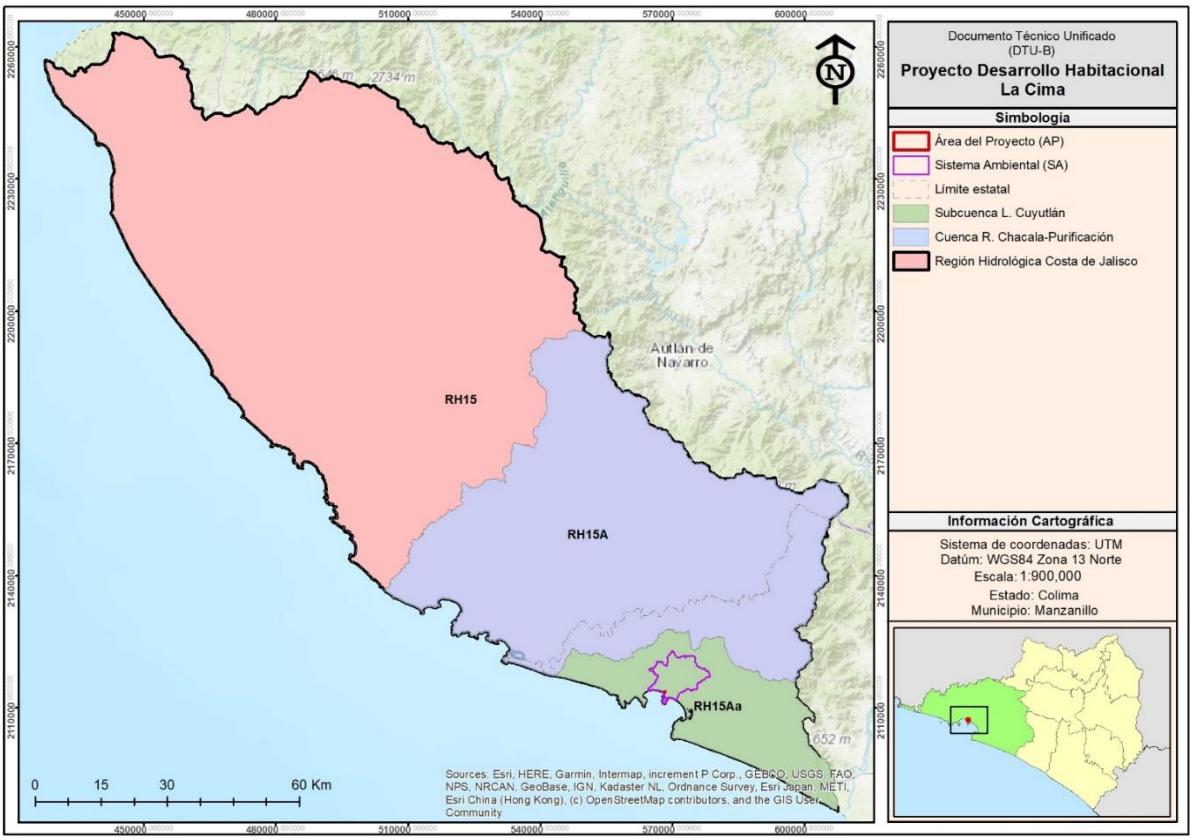


Figura 8. **Ubicación con respecto a la región hidrológica y cuenca**

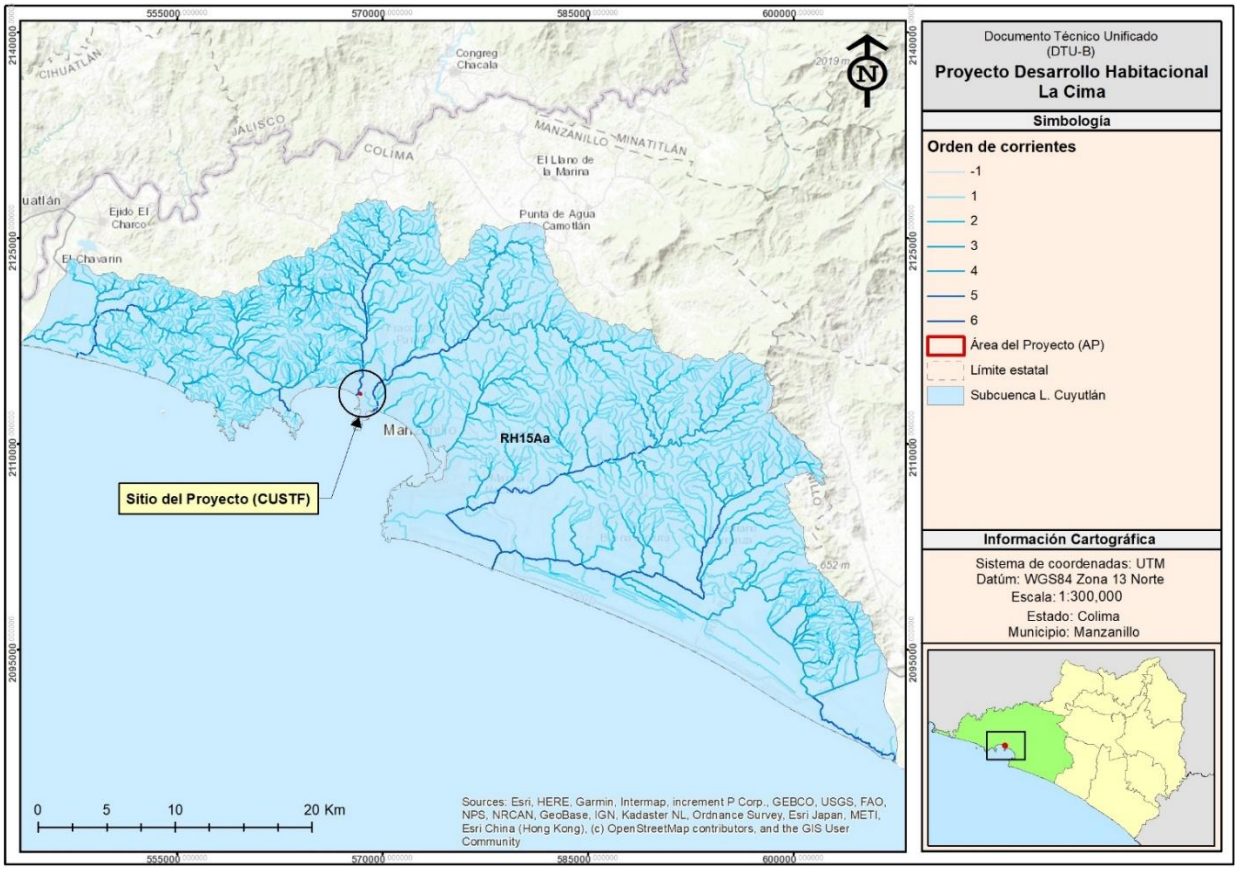


Figura 9. **Ubicación con respecto a la subcuenca.**

De acuerdo con la clasificación de microcuencas de FIRCO el proyecto se ubica en 2 microcuencas: "**Santiago**" con clave 15-058-13-003 y "**Valle Alto"** con clave 15-058-13-005, sin embargo, para fines del proyecto se delimitó el siguiente Sistema Ambiental:

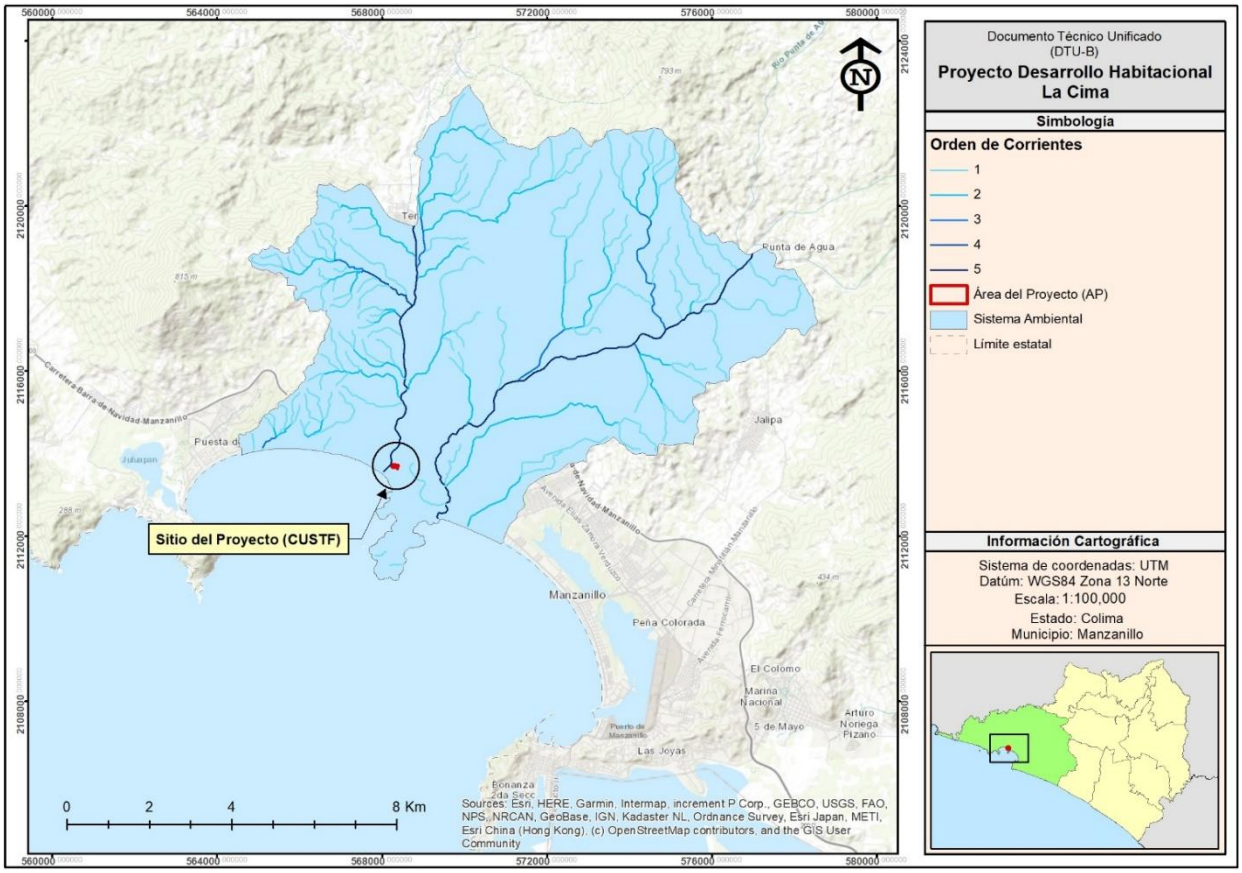


Figura 10. **Ubicación con respecto a la microcuenca.**

II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Como la fase 01 de la etapa 01 que se presenta en esta solicitud de autorización a través del DTU-B, conforme al plan maestro del proyecto en general representa una pequeña fracción de este, que para la etapa 01 como se muestra en la siguiente tabla se observa que se pretende urbanizar el lote # 5 (TH-3) y una fracción correspondiente a la vialidad

Tabla 7. Etapa 01 de lotes del plan maestro

LOTIFICACIÓN		
ETAPA 01		
No. de Lote	USO	SUP.
1	MD-2	7,016.63
2	TH-3	17,486.50
3	TH-3	54,392.10
4	EV	20,337.04
5	TH-3	7,467.26
6	MD-2	4,254.38
	SUB-TOTAL	**110,953.91**
7	VIALIDAD LOCAL	5,138.12
	TOTAL	**116,092.03**

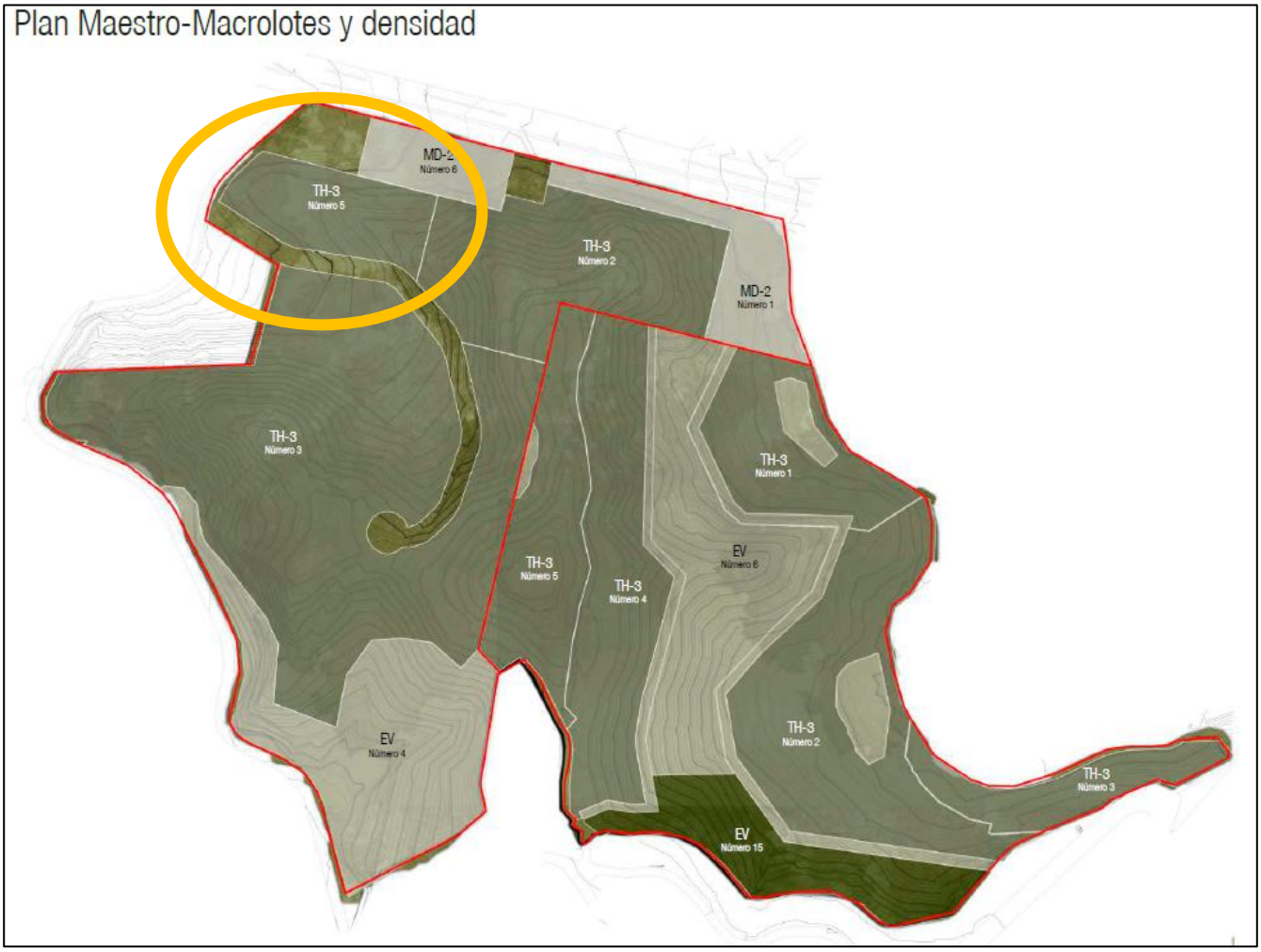


Figura 11. **Ubicación de la fase 01 del proyecto en evaluación con respecto al plan maestro.**

El presente proyecto corresponde a la fase 01 de la etapa 01 en el Plan Maestro, ya que el proyecto en conjunto se considera bajo crecimiento progresivo conforme se comporte el mercado y en compatibilidad con los reglamentos vigentes, ya que solo la etapa 01 se encuentra autorizado su Plan Parcial de Urbanización (folio UR-52) anexando copia del mismo,

Fases de construcción

De acuerdo con las áreas aprobadas por las autoridades del estado de Colima y, las condiciones del terreno, se determinan las siguientes fases de construcción.

Fase 01:

Zona norte del terreno, identificado como Lote No. 5 con uso de suelo TH-3, compartible con vivienda plurifamiliar.

Una zona adecuada topográficamente para un primer desarrollo de menor impacto en su desarrollo y que permite por su proximidad con vialidades públicas independizándola al condominio principal, y operar de forma autónoma. Será la fase de estudio/ prueba para analizar el comportamiento del mercado.

Fase 02:

Siendo la "Etapa 01" de dos en el plan maestro, su condición "autorizada" con el municipio de Manzanillo, la convierte en la adecuada para continuar con la siguiente fase y una vez teniendo un resultado del análisis al estudio de mercado de la "Fase 01".

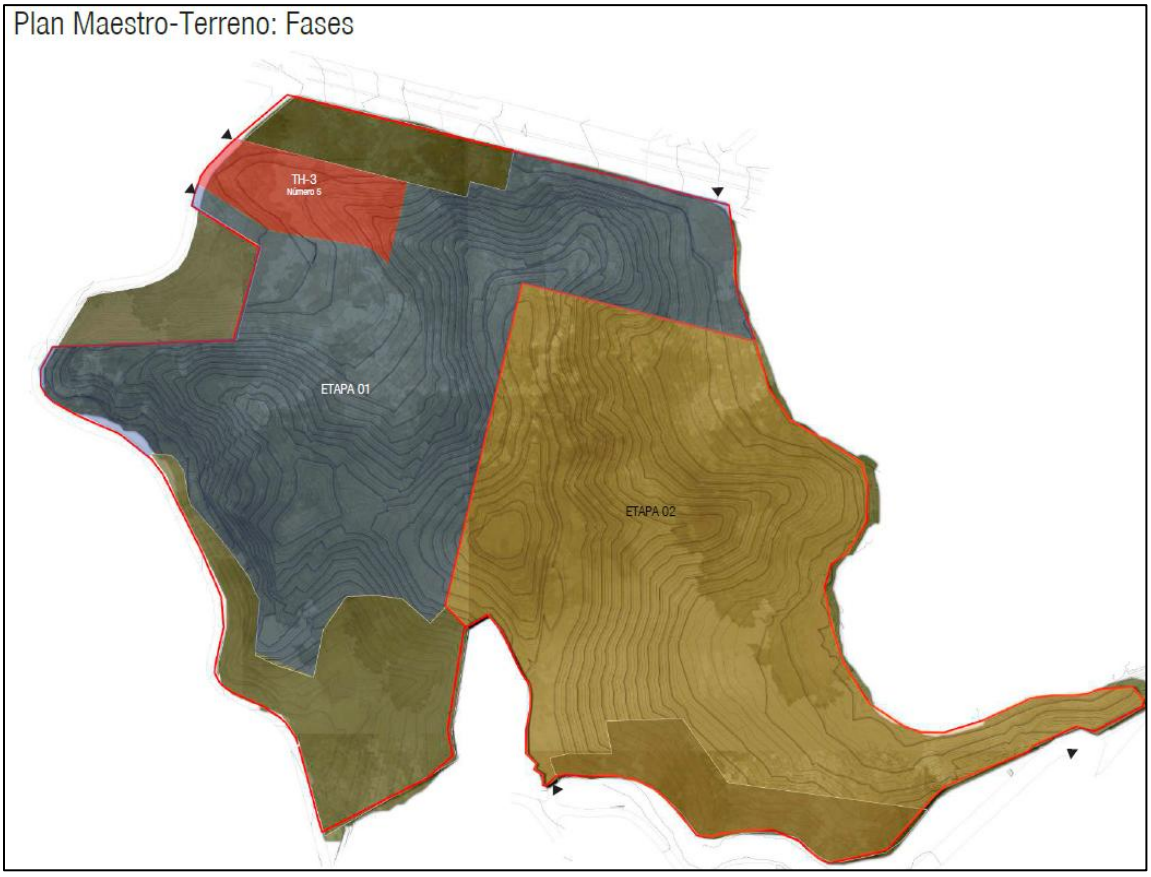


Figura 12. Etapas del plan maestro.

El proyecto de la fase 01 en la etapa 01 contempla una superficie total de **0.9749 ha**, de la cual el 95.48% posee una cobertura forestal, clasificada como Selva Baja Caducifolia, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 8. Uso de suelo y vegetación del polígono del proyecto

Tipo de vegetación	Área ha	Porcentaje
Camino existente	0.0441	4.52
Selva Baja Caducifolia	0.9308	95.48
Total	**0.9749**	**100**

Para el caso de los polígonos de CUSTF cuentan con un área de **0.9308 ha** y corresponde a un solo polígono, el cual presenta las coordenadas que continuación:

Tabla 9. Coordenadas del polígono de CUSTF

Vértice	X	Y
1	568291.11	2113683.91
2	568292.90	2113680.62
3	568294.61	2113678.08

Vértice	X	Y
44	568331.55	2113651.00
45	568322.40	2113653.38
46	568320.86	2113653.78

Vértice	X	Y
4	568297.92	2113675.03
5	568302.23	2113672.87
6	568305.47	2113672.30
7	568308.96	2113672.30
8	568311.76	2113671.28
9	568314.30	2113670.01
10	568315.70	2113668.23
11	568315.89	2113667.22
12	568316.25	2113664.19
13	568316.30	2113662.43
14	568315.71	2113660.67
15	568314.07	2113659.98
16	568309.20	2113659.56
17	568305.92	2113659.08
18	568303.87	2113658.21
19	568301.98	2113658.70
20	568298.64	2113659.57
21	568298.34	2113659.63
22	568297.89	2113659.74
23	568297.34	2113659.89
24	568296.86	2113660.04
25	568282.36	2113664.80
26	568222.81	2113684.34
27	568222.09	2113686.45
28	568223.55	2113693.13
29	568224.14	2113694.90
30	568225.36	2113698.54
31	568227.85	2113704.60
32	568232.90	2113713.21
33	568235.57	2113716.71
34	568239.56	2113721.00
35	568244.49	2113726.01
36	568260.91	2113738.95
37	568263.14	2113741.11
38	568383.17	2113709.19
39	568367.50	2113650.37
40	568360.75	2113650.37
41	568353.13	2113651.32
42	568347.52	2113652.38
43	568339.00	2113651.00

Vértice	X	Y
47	568320.20	2113655.16
48	568319.36	2113656.17
49	568318.35	2113658.13
50	568317.98	2113660.09
51	568318.84	2113661.80
52	568318.89	2113663.75
53	568319.40	2113666.29
54	568318.51	2113668.57
55	568317.17	2113671.24
56	568316.60	2113672.06
57	568314.12	2113673.27
58	568312.22	2113674.29
59	568308.60	2113674.92
60	568304.30	2113675.09
61	568301.17	2113676.19
62	568296.62	2113679.36
63	568294.29	2113682.86
64	568292.59	2113687.20
65	568292.49	2113691.22
66	568293.76	2113694.50
67	568293.86	2113696.72
68	568295.66	2113700.11
69	568295.24	2113701.27
70	568292.59	2113700.32
71	568291.54	2113697.46
72	568290.79	2113694.39
73	568289.21	2113694.39
74	568284.97	2113695.45
75	568282.12	2113696.40
76	568278.52	2113698.94
77	568274.28	2113700.00
78	568269.84	2113701.06
79	568265.50	2113703.07
80	568263.81	2113701.48
81	568265.61	2113699.90
82	568275.98	2113697.14
83	568283.92	2113692.80
84	568289.12	2113690.51
85	568290.16	2113688.15
Superficie = 0.9308 Ha		

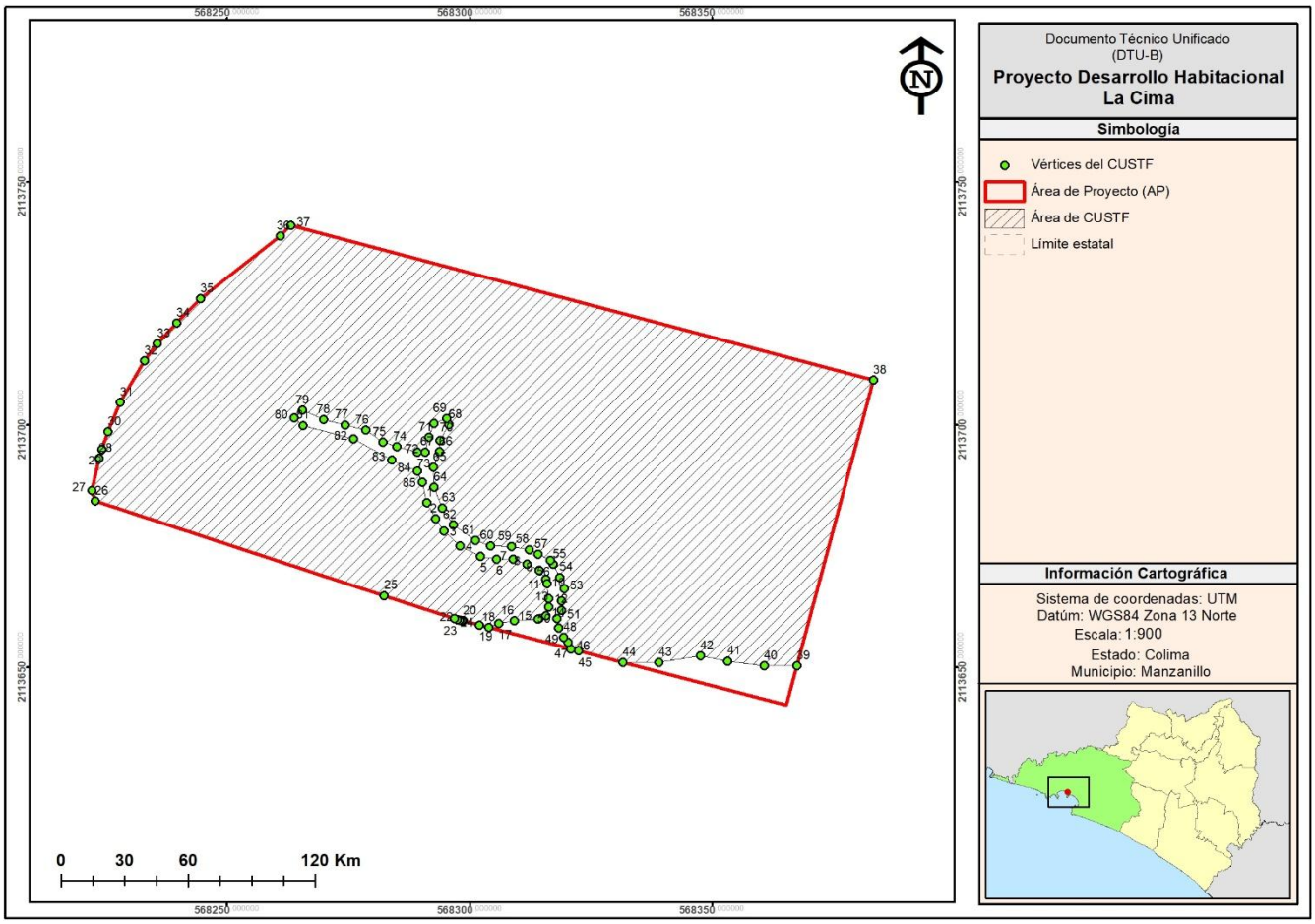


Figura 13. **Coordenadas del polígono solicitado de CUSTF.**

La afectación total del predio que es de uso forestal sometida a CUSTF es del **95.48%** este porcentaje es con respecto a la fase 01 de la etapa 01, es decir del proyecto que se está sometiendo a evaluación, misma que corresponde a vegetación de selva baja caducifolia.

Tabla 10. Superficie de afectación forestal y predial

Predio	Propietario	Superficie total (ha) del predio	Superficie de afectación (ha) del proyecto	Superficie de afectación forestal (ha)	Porcentaje de afectación (%) Forestal
Fracción C de la Ex Hacienda Santiago	Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.	10.842469	0.9749	0.9308	**95.48%**
Total		10.842469	**0.9749**	**0.9308**	**95.48%**

II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

II.2.4.1 Preparación Del Sitio

Una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes para el proyecto, se dará inicio con la etapa Preparación del sitio tal como se señala en el cronograma general de trabajo, las actividades previas de manera general son las siguientes.

Tabla 11. Cronograma de la etapa de Preparación del sitio

Etapa General	Sub-etapa	Actividad/Obra del proyecto	Semestre										Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	50
Preparación del sitio	Obras preliminares	Deslinde y señalización de áreas del proyecto												
		Limpieza de basura del terreno												
	Medidas de mitigación preventivas	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna												
		Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora												
	Ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales	Derribo de vegetación												
		Despalme del suelo												

Deslinde (delimitación) de áreas del proyecto

Actividad que consistente en realizar la delimitación o marqueo de los límites del área sujeta a autorización para el CUSTF. 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 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.

Limpieza de basura dentro del terreno

Se procederá a recoger los residuos que se encuentren dentro del predio de proyecto como botellas de plástico u otro tipo de basura que se pueda encontrar.



Figura 14. Basura dentro del sitio del proyecto.

Rescate de Flora y fauna

Previo a las actividades de desmonte, se llevarán a cabo tareas de rescate y relocalización de especies de flora, así como el ahuyentamiento y rescate de especies de fauna (los procedimientos puntuales de estas actividades se detallan en los Programas anexos).

Flora

El rescate de la flora tiene como propósito identificar en campo las especies e individuos a rescatar, los individuos identificados se reubicarán en el vivero para darle mantenimiento durante la época de estiaje y la preparación para la próxima temporada de lluvias.

Los criterios que se utilizaron para aplicar la conservación de la flora en dentro del área del proyecto son:

a. Rescatar y reubicar o compensar de acuerdo con sus características y entorno, todas las especies de flora que se encuentran bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encontraron dentro de las áreas de afectación del proyecto.

b. Proteger, rescatar o compensar especies de flora que son susceptibles de extracción por su valor ornamental y que presentan bajas tasas de crecimiento y/o reclutamiento.

Dentro de este programa se contemplan las actividades de trasplante y reubicación en el sitio para el repoblamiento de las especies de alto valor ecológico, y que se verán afectadas con el CUSTF; así como la colecta de semilla de arbolado, dicha actividad deberá ejecutarse previa al desmonte y despalme de la preparación del sitio, por lo que se han establecido las siguientes metas:

a. Realizar el rescate mediante trasplante y reubicación de a 175 individuos menores de 1.5 m de los estratos arbóreo (95 individuos) y arbustivo (80 individuos), de los cuales se tienen identificadas 13 especies sujetas a rescate.

b. Ejecutar el rescate de 13.5 kg de semilla de las 8 especies susceptibles mediante la recolecta de material genético (semilla/esquejes)

c. Ejecutar el rescate mediante la colecta de germoplasma por semilla para que sean producidas en el vivero local, para proveer la planta necesaria en el predio de compensación ambiental, con la finalidad de contar con especies nativas de la región.

d. Garantizar la sobrevivencia de los organismos mediante la adecuada ejecución de técnicas que permiten como mínimo el 80% de sobrevivencia en especies de flora que sean trasplantadas.

Tabla 12. Individuos por rescatar en la selva baja caducifolia en 0.9308 ha.

Estrato	Especie	Planta en campo (Ind)	Densidad de planta en campo (Ind/ha)	% de rescate	Densidad de plantas de rescate (Ind/ha)	Total de planta de rescate en 0.9308 ha
Arbóreo	*Amphipterygium adstringens*	1	11	80%	9	8
	Apoplanesia paniculata	5	56	30%	17	16
	Bursera grandifolia	2	22	50%	11	10
	Bursera simaruba	2	22	50%	11	10
	Cenostigma eriostachys	3	33	30%	10	9
	Cordia seleriana	2	22	50%	11	10
	Crataeva tapia	5	56	20%	11	10
	Heliocarpus terebinthinaceus	9	100	15%	15	14
	Styrax ramirezii	1	11	80%	9	8
Total		**30**	**333**		**104**	**95**
Arbustivo	*Caesalpinia pulcherrima*	7	78	40%	31	29
	Guettarda elliptica	1	11	90%	10	9

Estrato	Especie	Planta en campo (Ind)	Densidad de planta en campo (Ind/ha)	% de rescate	Densidad de plantas de rescate (Ind/ha)	Total de planta de rescate en 0.9308 ha
	Randia armata	17	189	15%	28	26
	Triumfetta semitriloba	10	111	15%	17	16
Total		**35**	**389**		**86**	**80**
Total general		**65**	**722**		**190**	**175**

Fauna

Para el caso de la fauna, se realizarán acciones para el ahuyentamiento y rescate de las especies e individuos de lento desplazamiento; su rescate solo implica captura y liberación inmediata, esto último en áreas contiguas hacia el sur del sitio del proyecto. Estas actividades se hacen previas a los inicios de trabajos (desmonte y despalme), y durante las demás fases del proyecto se cuenta con una supervisión ambiental y capacitación al demás personal con el fin de prevenir cualquier accidente o daño a fauna de lento desplazamiento.

Técnicas de ahuyentamiento

Las técnicas de ahuyentamiento se encuentran diseñadas para dejar que un sitio deje de ser atractivo para la fauna silvestre y esta se sienta incómoda o temerosa. Sin embargo, no importa el número de veces que la fauna silvestre sea repelida de un área atractiva, finalmente, los mismos animales u otros individuos de la misma especie, regresarán mientras el sitio les resulte atractivo. Por lo tanto, el ahuyentamiento debe de implementarse poco tiempo antes del desmonte o modificación del hábitat.

La técnica por utilizar será la presencia humana mediante recorridos en las zonas de interés propuestas a modificarse en corto plazo, mediante recursos auditivos o visuales.

Repelentes auditivos

Se contará con dispositivos electrónicos (ahuyentadores de fauna mediante sirenas de alta y baja frecuencia), o el encendido de bocinas con ruidos especiales, cuando la fauna silvestre objetivo entra en el área afectada.
Se emplearán sirenas con diferentes frecuencias a lo largo del proyecto, con la finalidad de ahuyentar o amedrentar tanto a aves, como mamíferos; se realizaran en diferentes zonas y horas del día, y por lo menos quince días antes de que se peine la zona en busca de fauna, ya que en el caso de especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, musarañas y roedores), si no han sido desplazadas por la modificación al hábitat, entonces será necesario capturar a los ejemplares y reubicarlos en los sitios propuestos.

Captura y reubicación

Previo a las actividades de desmonte se realizarán recorridos que funcionarán de ahuyentamiento, sin embargo, durante los recorridos existe la posibilidad de encontrar especies de lento desplazamiento, o bien que se encuentren imposibilitadas de moverse por sus propios medios del sitio de proyecto, por tratarse de crías en madrigueras, nidos o ejemplares heridos, por lo que se deberán implementar acciones dependiendo el tipo de animal, y que se describen a continuación.

Anfibios

Para la captura de estos organismos se utilizarán diferentes tipos de herramientas como pinzas y ganchos herpetológicos, ligas de hule, red tipo entomológica o de cuchara o directamente con la mano.

Se podrán capturar con ambas manos, con la protección de guantes de carnaza, por la parte ventral y dorsal del cuerpo, ya sujeto el animal se depositará en recipientes plásticos con tapa (botes con perforaciones pequeñas para permitir el paso del aire o cubetas), para su posterior traslado a zonas adyacentes al sitio del proyecto.

Todos los anfibios se registrarán en una libreta de campo asignándoles un número de referencia (etiqueta), así como la fecha, localidad, altura sobre el nivel del mar (GPS), vegetación dominante y tipo de sustrato del micro hábitat donde fueron capturados; todo ello con la finalidad de obtener referencias suficientes del sitio propicio para su posterior liberación.



Figura 15. **Ejemplo de caja de almacén y resguardo temporal de la fauna**

Reptiles

Se podrán capturar con la ayuda de togas y de guantes de carnaza, atrapándolos por la parte dorsal del cuerpo y nunca por la cola, ya que esta es desprendible, para su posterior traslado a zonas adyacentes al sitio del proyecto.

Se utilizarán dos diferentes tipos de ganchos, para su manejo y protección, dependiendo del tamaño de la especie como se muestra en las ilustraciones.

Todos los reptiles capturados se colocarán de igual manera en recipientes o cajas de plástico previamente acondicionadas para esto; se registrarán en una libreta de campo asignándoles un número de referencia, así como la fecha, localidad, altura sobre el nivel del mar, vegetación dominante y tipo de sustrato del micro hábitat donde fueron capturados; todo ello con la finalidad de obtener referencias suficientes del sitio propicio para su posterior liberación.

Ofidios (serpientes)

En el caso de serpientes serán empleados ganchos herpetológicos, con los cuales se inmoviliza a los organismos, para que inmediatamente después se sujeten, colocando la punta de los dedos pulgar y medio en la parte posterior de la cabeza y el dedo índice en la parte superior, de manera que la serpiente no pueda morder a la persona que la está manipulando y se evita con ello que se lastime con el manejo.

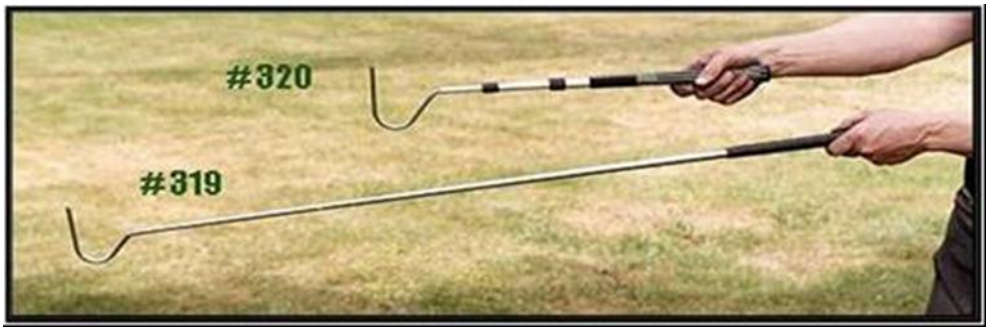


Figura 16. Gancho para manipular serpientes

Para el caso de las serpientes pequeñas y medianas, estas se capturan con la ayuda de ganchos herpetológicos, con los cuales se mantiene, mediante una presión ligera, la cabeza de la serpiente contra el suelo, y se utilizarán dos personas para llevar a cabo esta técnica:

- Una persona presionará al organismo contra el suelo, con ayuda del gancho herpetológico, de tal manera que la serpiente quede inmovilizada.
- Hecho lo anterior, la segunda persona sujetará con la mano y con ayuda de guantes gruesos de carnaza la cabeza de la serpiente, rodeando la cabeza con el dedo pulgar y en sentido contrario los demás dedos; en tanto que la otra mano se colocará en la misma posición, bajo la mitad del cuerpo.
- Al verse atrapada, la serpiente se moverá violentamente, por lo que se deberá sujetar fuertemente, además excretará parte de sus heces fecales, las cuales contienen una sustancia que le infiere un olor a almizcle (parecido al del zorrillo), que en ocasiones ahuyenta a sus depredadores, por lo anterior el colector no se debe amedrentar y no deberá soltar al organismo.
- Una vez sujetada la serpiente, ésta se colocará en un costal de manta gruesa, el cual sujetará la persona que tenía el gancho, abriendo este para meter la serpiente con mucho cuidado.
- Primero se meterá el cuerpo de la serpiente en el costal y se soltará la mano que contiene el cuerpo; posteriormente la mano que contiene la cabeza se introducirá dentro del costal; una vez dentro, por la parte de afuera del costal, se sujetará la cabeza de la serpiente, de esta forma se podrá soltar la mano que se encuentra en el interior, para posteriormente cerrar el costal con ayuda de un cordel corredizo.
- Los sacos se colocan dentro de una caja de madera y con paredes de malla. Posteriormente, la serpiente podrá salir del saco, aunque permanecerá contenida en la caja. Con este método, se puede observar la serpiente y facilita la identificación de características específicas, determinar si es venenosa o no y dentro de la misma caja trasladarla a otro sitio.
- Se recomienda utilizar un costal de manta gruesa y cordel corredizo por cada ejemplar. Así mismo usar guantes de carnaza durante la liberación de serpientes.
- Para el caso de serpientes grandes, ágiles y particularmente peligrosas, se requiere un aparato de contención, que consiste en una correa que se hace deslizar dentro de dos sujeciones, y unas pinzas de presión sólidas que son fijadas por detrás de la cabeza de la serpiente, y en este momento, manteniéndose siempre a una buena distancia de la cabeza de la serpiente, se tira de la correa, apretándola, evitando presionar demasiado para no herir al animal, pero oprimiendo lo suficiente para mantenerlo, puesto que al menor error se puede herir o matar al organismo, como se muestra en la siguiente figura.

- Una vez capturada la serpiente, será colocada en una caja de plástico y/o madera con paredes de malla fina (de 100cm X 60cm X 50 cm), el ejemplar se dejará caer dentro de la caja, mientras otra persona cerrará con cuidado la puerta de esta y trasladar el organismo al sitio de reubicación elegido.

Mamíferos

Identificación de huellas y otros rastros.

La búsqueda e identificación de huellas nos permitirá determinar la presencia de una especie sin necesidad de que esta sea vista de forma directa. Otros rastros que ayudan a determinar la presencia de ciertas especies son las madrigueras, comederos, huesos, heces fecales y marcas de orina. También es importante la identificación de sonidos y vocalizaciones de las diferentes especies. Para lo cual se utilizarán técnicas de rastreo (Aranda, 2000), que permitan identificar madrigueras y asegurar con ello la captura de ejemplares.

El rastreo es un valioso método para detectar todo vestigio, señal o indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, además de residuos de comida, caminos, huellas, excretas, etc. Todo aquello que nos ayude a localizar madrigueras, ya sea para colocar la trampa y capturarlo o excavar para propiciar su abandono.

Técnicas de captura de mamíferos.

Para su correcto manejo, los mamíferos se clasificarán en grandes, medianos y pequeños. Generalmente resulta complicado encontrase con mamíferos de tamaño mayor, por esto para su reconocimiento se empleará la siguiente técnica: la observación, búsqueda e identificación de huellas y otros rastros, y las posibles observaciones directas a través de recorridos por transectos predeterminados. Por lo general este tipo de fauna mayor se aleja conforme avanza la obra, debido al ruido y a la actividad humana.

Para el caso de mamíferos medianos se utiliza la siguiente técnica:

- Utilización de redes de hilo nylon de 4 m de diámetro, con abertura de malla de 2". Estas se utilizarán para inmovilizar a los ejemplares de tamaño pequeño (como ardillas), cerrando la red y sujetándolo enseguida con ayuda de guantes de carnaza. Los ejemplares serán puestos en jaulas, para su traslado a sitios adyacentes.
- Utilización de ganchos, para el manejo de mamíferos medianos (zorrillo, tejón). Este instrumento es el más utilizado para el manejo de animales medianos, debido a su facilidad en la manipulación de los ejemplares sin riesgo del personal, como se muestra en las siguientes ilustraciones.
- Los mamíferos pequeños también pueden ser atrapados mediante trampas, sin embargo, el objetivo del programa no es sólo la captura, sino el ahuyentamiento, por lo que los mamíferos que normalmente se capturan con trampas son los que tienen la capacidad de huir con la presencia humana.



Figura 17. **Trampa de captura para mamíferos**

Aves

Para este grupo de vertebrados, se estima que, debido a su capacidad de volar, pueden retirarse y/o escapar ante un peligro cercano; por lo tanto, la presencia de la brigada, el empleo de silbatos y la modificación al hábitat, las amedrentarán y no será necesaria su captura. Solo serán reubicados los nidos que se encuentren presentes en el sitio del proyecto.

Captura directa con fines de reubicación

Los métodos de captura para anfibios, reptiles y mamíferos pequeños (roedores y quirópteros) difieren entre los tres grupos y entre especies, especialmente en el caso de aquellos mamíferos pequeños que poseen hábitos fosoriales y cursoriales. En el contexto de las medidas de rescate y relocalización se recomiendan los métodos menos invasivos para la fauna, rápidos y de menor costo de implementación, además de indicar la época del año, horas del día y condiciones ambientales propicias para aumentar la probabilidad de captura en cada uno de los grupos.

La medida de rescate y relocalización idealmente debiera ejecutarse fuera del período reproductivo, esto con el objetivo de no intervenir el proceso de reproducción de las especies, a través de la captura de individuos. Sin embargo, debido a que existe un desconocimiento generalizado sobre la historia natural de la mayoría de las especies de anfibios, reptiles y micromamíferos (Ramírez- Bautista et al. 2014; Ceballos y Oliva 2005), se hace difícil determinar un periodo reproductivo donde se impida ejecutar esta medida.

Desmonte

Implica la remoción de la cubierta vegetal de una a superficie total de **0.9308 hectáreas**. Las áreas sujetas a CUSTF 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 en ese periodo de tiempo que establece la lotificación del proyecto, lo cual permitirá proteger las áreas adyacentes del proyecto.

De acuerdo con el programa general de trabajo, el desmonte del proyecto se ejecutará gradualmente en un periodo de **dieciocho meses** (iniciando en el mes uno, por lo que el periodo de esta actividad es del mes uno al dieciocho). En la ilustración siguiente se presenta el avance del CUSFT por periodo de tiempo:

Tabla 13. Área de CUSTF por año y porcentaje del CUSTF total solicitado

Trimestre	CUSTF (ha)	% CUSTF	Acumulado
1	0.1551	16.67	16.67
2	0.1551	16.67	33.33
3	0.1551	16.67	50.00
4	0.1551	16.67	66.67
5	0.1551	16.67	83.33
6	0.1551	16.67	100.00
Total	0.9308	100	

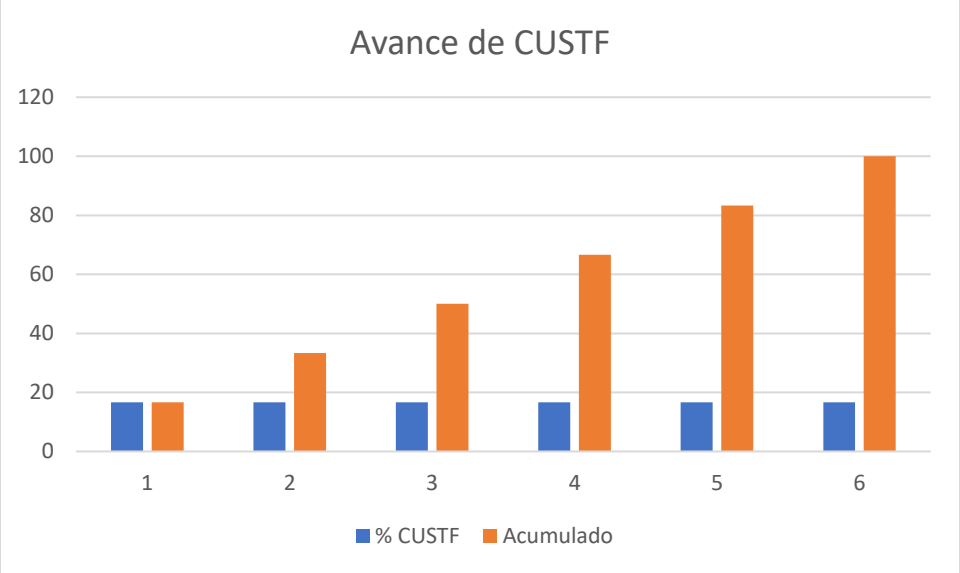


Figura 18. Avance del CUSTF trimestral

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en las áreas forestales definidas para el proyecto y establecidas como los polígonos para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal, que obstruya las demás actividades constructivas del proyecto.

El derribo de árboles y arbustos 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 caiga 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, así hasta concluir la remoción total. En ningún caso de 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 en las áreas definidas. El material (arbustos y ramas) que no se pueda aprovechar como madera será triturado y utilizado para el enriquecimiento y conservación del suelo en las áreas a reforestar, esto como parte de las acciones de mitigación del proyecto.

Despalme

Posterior al desmonte se realiza el despalme, 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 depositada en un sitio autorizado para ello.

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.

II.2.4.2 Construcción

Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima se concibe como un desarrollo vertical de carácter residencial que prioriza **la funcionalidad, eficiencia espacial, seguridad estructural y calidad constructiva**. El diseño se integra de manera armónica al polígono disponible, maximizando la orientación y ventilación natural de cada unidad, así como la eficiencia circulatoria tanto peatonal como vehicular.

Se plantea un volumen arquitectónico contemporáneo, de líneas limpias, integrando materiales de bajo mantenimiento y alta durabilidad. La composición volumétrica se adapta a la topografía del terreno mediante la incorporación de **muros de contención** y una **planta baja técnica** que funciona como nivel de estacionamientos.

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de dos torres habitacionales plurifamiliares además de la urbanización y habilitación de servicios como agua, drenaje, luz, telefonía e internet, espacios verdes y de esparcimiento, barda perimetral, estacionamientos y vialidades internas en una superficie de proyecto **0-97-49.00 ha. En general las actividades a desarrollar se presentan en la siguiente tabla.**

Tabla 14. Cronograma de actividades de la Construcción del proyecto

Etapa General	Sub-etapa	Actividad/Obra del proyecto	Semestre										Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	50
Etapa de Construcción	Trazo de obras de construcción de terracerías y plataformas	Trazo de las obras y edificaciones												
		Nivelación topográfica												
		Vialidades												
	Obras y actividades provisionales	Habilitación de bodega temporal de materiales												
		Comedor de trabajadores												
		Oficinas móviles												

Etapa General	Sub-etapa	Actividad/Obra del proyecto	Semestre										Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	50
		Sanitarios portátiles												
	Construcción y obra civil	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda												
		Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).												
		Construcción de obra civil de las torres												
		Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.												
		Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.												
		Señalética y mobiliario urbano.												
		Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas												

Movimiento de Tierras

El movimiento de tierras del proyecto **LA CIMA** constituye una de las fases más relevantes para la correcta implantación del conjunto, dada la topografía natural del terreno y la necesidad de generar condiciones óptimas para circulación, cimentación y estabilidad estructural.

Formar **una vialidad de acceso principal** y **dos grandes plataformas** donde se desplantará la planta baja y el nivel de estacionamiento, garantizando estabilidad, drenaje adecuado y superficies de trabajo completamente niveladas.

Metodología de Ejecución

1. **Trazo y Nivelación Inicial**
   - Se realiza levantamiento topográfico preciso para determinar curvas de nivel, pendientes naturales y líneas de desplantamiento.
   - Se establecen ejes de referencia para plataformas, vialidad y muros de contención.
2. **Despalme y Limpieza del Terreno**
   - Retiro de capa vegetal y material orgánico hasta alcanzar terreno competente.
   - Clasificación de material para determinar su posible reutilización.
3. **Cortes y Terraplenes Controlados**
   - La topografía permite un **movimiento de tierras eficiente**, ya que el material resultante de los **cortes** será utilizado de forma directa para conformar los **terraplenes** de las plataformas.
   - Esto reduce significativamente la necesidad de acarreo externo, optimizando tiempos y costos.
4. **Formación de Plataformas Principales**
   - **Plataforma 1:** Área destinada a desplantar planta baja y la mayor parte del estacionamiento.
   - **Plataforma 2:** Extensión secundaria que servirá para áreas complementarias del proyecto y circulaciones internas.

- Cada plataforma cumple con pendientes controladas del 0.5–1% para favorecer escurrimientos pluviales.

5. **Conformación de Vialidad de Acceso**
   - Se ejecuta corte y terraplén para generar una vialidad estable, con pendiente máxima recomendada de 8–12% según normativa aplicable.
   - La vialidad se compacta al 90–95% Proctor para recibir posteriormente la estructura de pavimento.
6. **Compactación y Control de Calidad**
   - Compactación mecánica por capas de 20–30 cm hasta alcanzar densidades especificadas.
   - Pruebas de laboratorio: contenido de humedad, densidad y granulometría para verificar calidad del material reutilizado.
7. **Muros de Contención**
   - Donde el desnivel entre plataformas lo requiera, se colocan muros de contención de concreto armado con dren francés posterior.

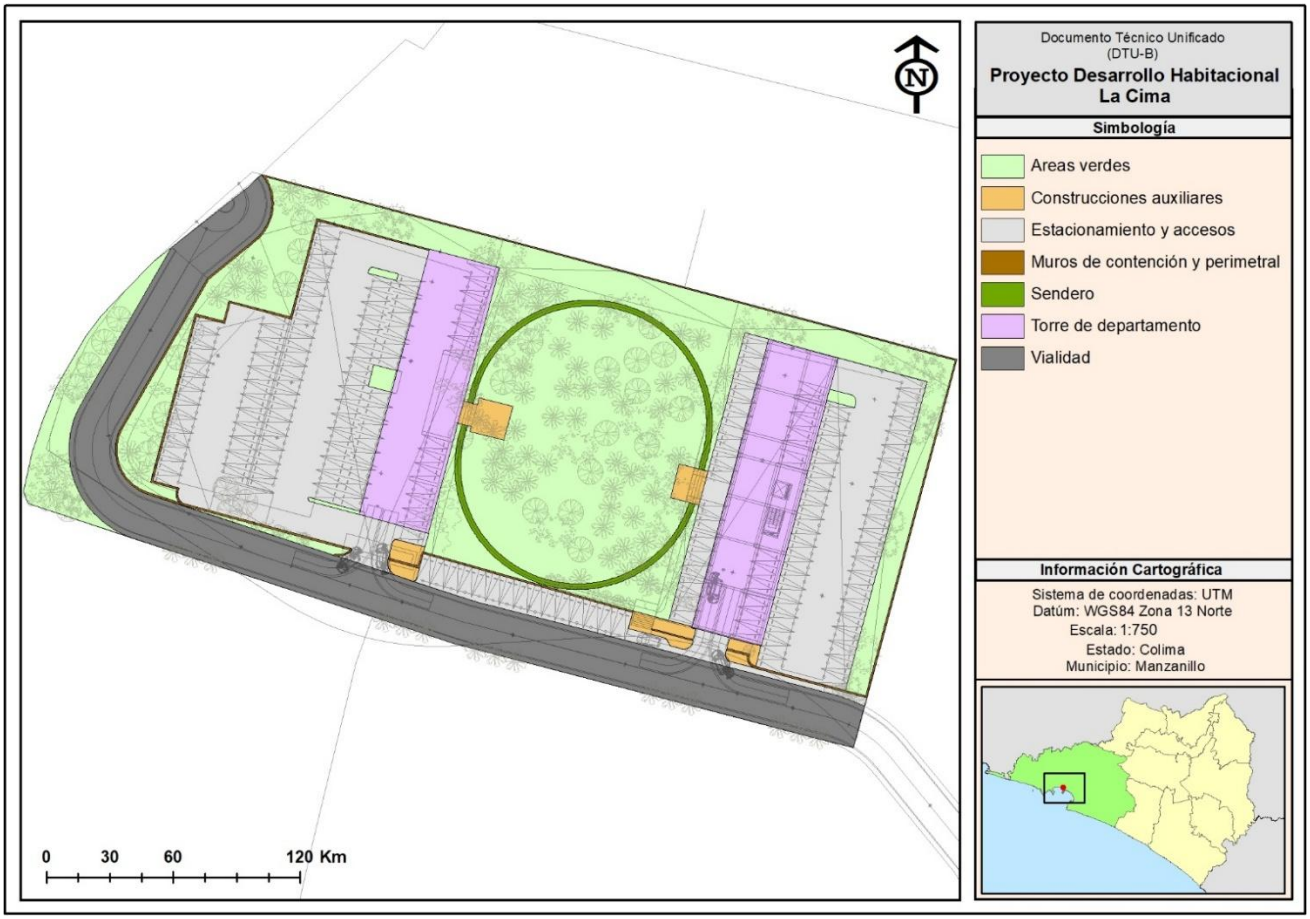


Figura 19. **Áreas o zonas del proyecto de la fase 01**

Las dos plataformas y la vialidad quedan perfectamente conformadas, niveladas y con capacidad portante adecuada, garantizando condiciones óptimas para la cimentación y el desarrollo completo del proyecto.

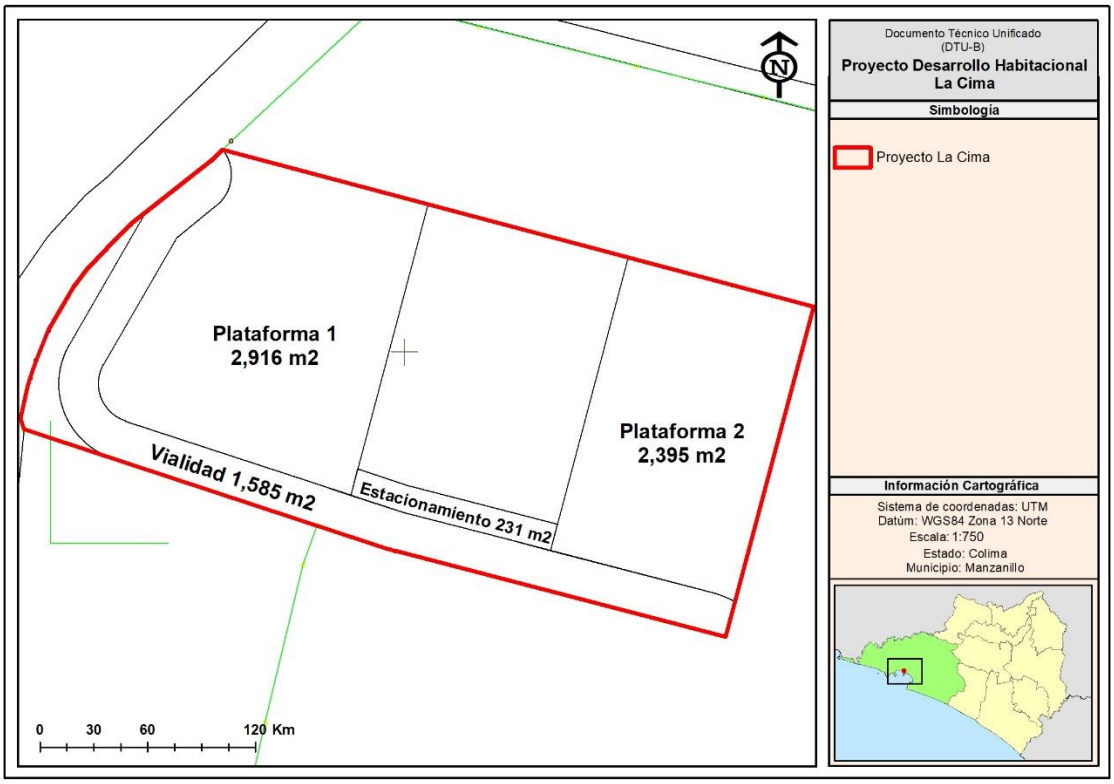


Figura 20. **Plataformas a construir de desplante**

El Desarrollo Habitacional será de tipo plurifamiliar se compone de dos torres con un total del 117 departamentos compuestos de la siguiente manera, la primera con nueve niveles y 54 unidades y la segunda torre con diez niveles y 63 unidades, en ambos casos el primer nivel a nivel de suelo será parte del estacionamiento, además de las torres se contará con estacionamientos, vialidad de acceso, muro perimetral y muros de contención internos, jardineras y un área verde donde se contará con un sendero, esta clasificación se presenta en la siguiente tabla, con una superficie final de 0.9749 ha.

Tabla 15. Áreas y superficies del proyecto

Áreas de proyecto	Superficie m^2	% del proyecto
Áreas verdes	3,504	35.94%
Construcciones auxiliares	163	1.67%
Estacionamiento y accesos	2,996	30.73%
Muros de contención y perimetral	139	1.43%
Sendero	136	1.40%
Torre de departamento	1,226	12.58%
Vialidad	1,585	16.26%
Total	**9,749**	**100.00%**

En el **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** se construirán 117 unidades habitacionales distribuidas en las dos torres, cada unidad contará con los servicios básicos por lo que se desarrollará toda una serie de equipamiento e instalaciones sanitarias, energía eléctrica, agua potable, acabados y equipamiento.

La descripción de las sub-etapas correspondientes a la construcción se detallan a continuación.

Trazo de obras de construcción de terracerías y plataformas

Los cortes que se efectuarán en el proyecto son para construir las dos plataformas, la primera de 2,916 m^2 la segunda con 2,395 m^2, otras zonas donde se realizará cambio en la topografía es en estacionamiento exterior en 231 m^2 y en la vialidad de acceso en 1,585 m^2 donde se desplantaran las torres y los estacionamientos a construir, la cimentación de los edificios contemplados serán conforme al proyecto ejecutivo y cálculo estructural que sea realizado conforme a la normatividad vigente en el estado de Colima, mismo que será elaborado por el DRO especialista en el tema y que detalle las construcciones de ingeniería civil.

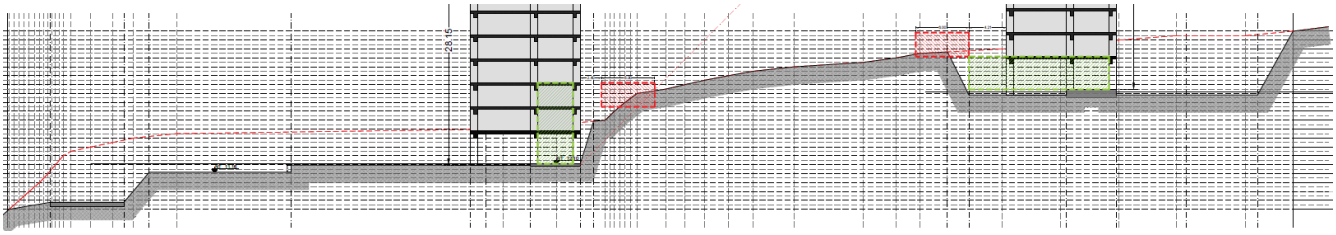


Figura 21. **Plataformas a construir (terreno natural color rojo)**

En lo que se refiere a la vialidad interna y de acceso al desarrollo habitacional será con secciones 6 m más las banquetas. El recubrimiento por utilizar en las será con concreto hidráulico mientras que las terracerías en las vialidades contarán con la siguiente estructura:

- Concreto hidráulico
- Base de grava arena de 1 ½ a finos en proporción 70-30% con un espesor de 15cm; compactada al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo.
- Sub-base de grava arena 20cm 60-40.

El pavimento por utilizar dentro de la vialidad de ingreso será del tipo concreto, que constará de la siguiente estructura:

- Concreto hidráulico
- Base de grava arena de 1 ½ a finos en proporción 70-30% con un espesor de 20cm; compactada al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo.
- Capa sub-rasante de material del lugar con espesor de 20cm; compactada al 90% de su peso volumétrico seco máximo
- Sub-rasante de grava arena 20cm 60-40

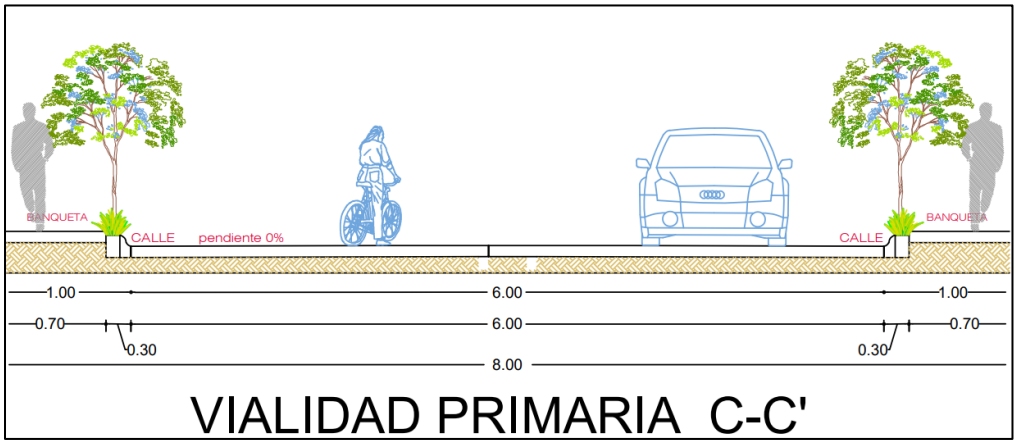


Figura 22. **Esquema de vialidades primarias del proyecto**

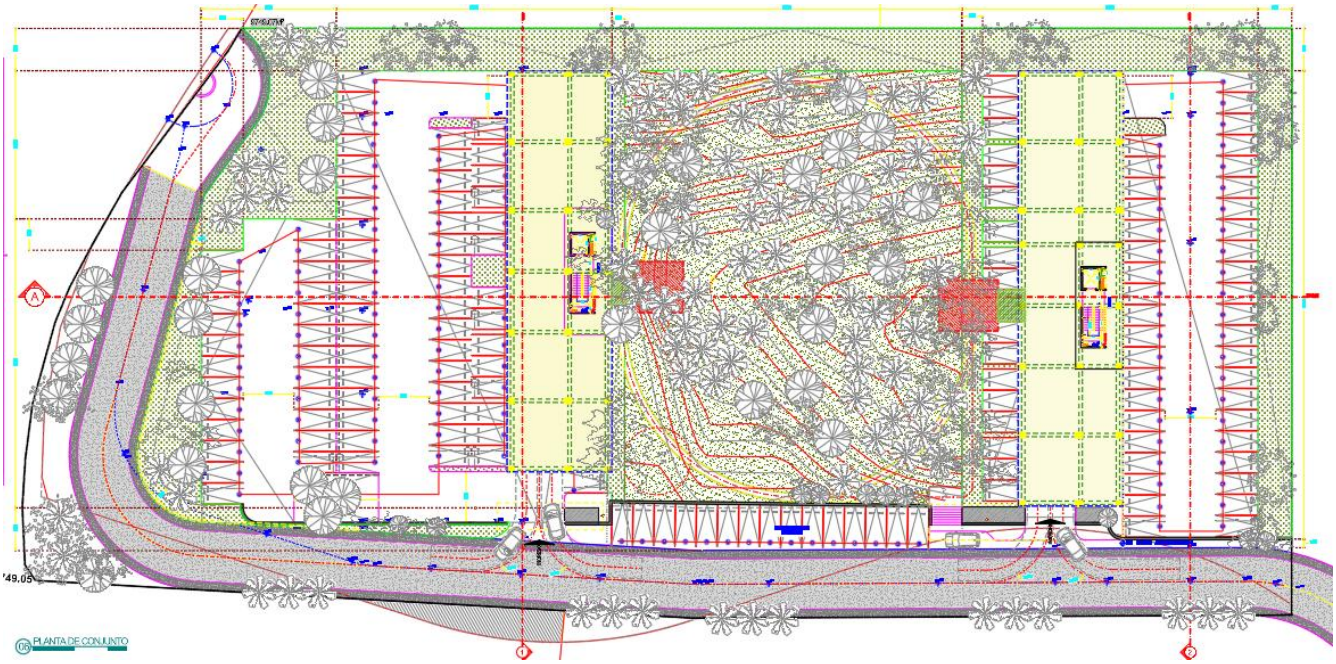


Figura 23. **Vialidad de acceso al desarrollo inmobiliario**

Las banquetas y guarniciones serán de concreto con una resistencia de f'c=150kg/cm^2.

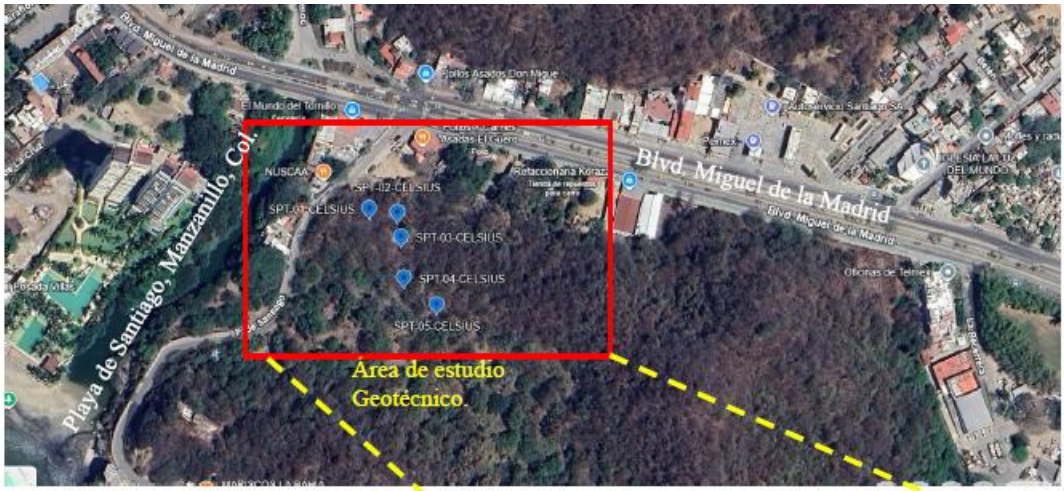
Construcción y obra civil

Se realizó un muestreo de suelos y mecánica de suelo en el sitio del proyecto en el mes de septiembre (se anexa reporte completo) este estudio tiene a fin de efectuar un estudio de mecánica de suelos que permita determinar las condiciones estratigráficas del subsuelo a lo largo del proyecto, para proporcionar las recomendaciones de diseño y construcción adecuadas para las cimentaciones de las torres.

De acuerdo a este estudio (se anexa reporte) "*La Geotecnia es la rama de la Ingeniería que se ocupa del estudio de la interacción entre las construcciones y el terreno. Se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra (suelo y rocas por debajo de la superficie), con el objetivo de diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc. Por tanto, es una disciplina de la Ingeniería Civil en conjunto con la Ingeniería Geológica guardando una relación directa con el terreno*"

El objetivo principal de la investigación es determinar las características físicas y mecánicas del sub-suelo, para realizar recomendaciones necesarias y verificar la capacidad de carga admisible del suelo del terreno existente, con el fin de realizar El diseño y Construcción de la cimentación y desplante de Terracerías para la "Construcción del proyecto".

Con el sondeo y las pruebas de laboratorio al material recuperado, se obtendrá la información necesaria de la capacidad portante del suelo en el cual se pretende la "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**", y de esa manera, elegir la profundidad de desplante óptima de la construcción



PREDIO EN ESTUDIO

COORDENADAS		
SONDEO	Latitud	Longitud
SPT-01	19°06'55"N	104°21'03"W
SPT-02	19°06'55"N	104°21'02"W
SPT-03	19°06'54"N	104°21'02"W
SPT-04	19°06'53"N	104°21'02"W
SPT-05	19°06'53"N	104°21'01"W



Figura 24. **Localización del estudio geotécnico y mecánica de suelos**

Sistema Constructivo General

Cimentación

De acuerdo con los estudios de mecánica de suelos, se contempla un sistema de:

- **Losas de cimentación** o **zapatas aisladas y corridas**
- Refuerzos de acero en zonas críticas
- Impermeabilización perimetral en áreas de contacto con suelo

Estructura

- Sistema estructural de **marcos de concreto armado**
- Losas sólidas o losas aligeradas con casetón
- Muros de carga en áreas específicas del estacionamiento

Albañilería

- Muros divisorios con block sólido y tabique ligero en interiores
- Aplanados mixtos con mortero cemento-arena
- Acabados interiores con yeso o panel de yeso según zona

Acabados Arquitectónicos

Interiores:

- Pisos cerámicos o porcelánicos

- Pintura vinílica
- Carpintería en puertas, clósets y cocina integral
- Ventanería de aluminio con vidrio templado o claro según zona

Exteriores:

- Fachadas con combinación de aplanado fino, revestimiento pétreo y elementos metálicos
- Barandales de acero o aluminio
- Iluminación arquitectónica

Excavación. Se efectuarán para formar la sección de desplante en las áreas de las estructuras de soporte y se ubican de acuerdo con las dimensiones del proyecto.

Se ejecutan excavaciones o cepas en promedio para la cimentación considerando la recomendación del informe geotécnico, donde recomienda profundidades a más de 4 metros. El equipo utilizado para esta actividad es excavadora con martillo y compresor. La mayor parte del volumen extraído será utilizado en el relleno y compactado de las áreas de estructuras, sólo en el caso de que el material no sea compatible se empleará material de algún banco de préstamo. El material sobrante residual (el material que no sea compactable) se dispersará en el área cuando las partículas que lo formen sean pequeñas; en caso contrario se trasladarán a lugares adecuados para su posterior utilización.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas y animales, cercándolas con una base de alambre y colocándoles señales adecuadas, durante la excavación y hasta su relleno y compactación, el material a excavar estará clasificado por sus características en tipo I, II, IIA y III, y se describen a continuación:

1) Material tipo I. Producto de las excavaciones para su extracción se requiera el uso de pala de mano.
2) Material tipo II. Producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de pico y pala de mano.
3) Material tipo IIA. Producto de las excavaciones que contengan boleos y material compactado y que para su extracción se requiera del uso de barretas.
4) Material tipo III. Producto de las excavaciones que para su extracción se requiera el uso de rompedoras hidráulicas, neumáticas o cualquier clase de maquinaria.

El equipo necesario consiste en maquinaria, excavadora con martillo y compresor, el material tipo I, II y III producto de las excavaciones se utilizará en el relleno y en el compactado de las estructuras, previa autorización de un laboratorio certificado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El material sobrante o residual (material que no sea compactible) se dispersará en el área cuando las partículas que lo forman sean pequeñas (menores a 3 Pulgadas).

a) **Cimentaciones.** Se hace en las zapatas de las estructuras de soporte: de concreto armado, con fuerza de que se especifiquen en el proyecto ejecutivo.
b) **Acero de refuerzo.** Se colocarán varillas de acero, que van ahogadas dentro del concreto de las cimentaciones, para que estructuralmente reciban los esfuerzos generados por el peso de las estructuras.



Figura 25. **Ejemplo de cimentaciones**

- **Colocación de concreto en cimentaciones.** El concreto es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en proporciones adecuadas que al endurecerse adquieren resistencia mecánica requerida para la cimentación de las zapatas de las estructuras con fuerza de dada en el proyecto ejecutivo.

c) **Relleno y compactado**. Antes de montar el cuerpo superior de la estructura de soporte, Comisión Federal de Electricidad revisa la nivelación del bottom panel (base de las torres). Una vez aprobada, se procede a rellenar la excavación con el material que se extrajo de la misma y se compacta.

Especificaciones en la Cimentación

El sistema constructivo del **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** combina eficiencia estructural, viabilidad económica y facilidad de mantenimiento. Se estructura de la siguiente forma. La cimentación se resuelve mediante un **sistema de zapatas aisladas interconectadas por contratrabes**, diseñado de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos.

Características:

- Zapatas de concreto armado dimensionadas según carga puntual.
- Contratrabes perimetrales y longitudinales para transmitir cargas y evitar asentamientos diferenciales.
- Recubrimientos y acero de refuerzo conforme a normativa vigente.
- Nivelación y plantilla de concreto pobre para asegurar precisión en ejecuciones.
- Impermeabilización y drenaje perimetral en zonas críticas.

Estructura

El sistema estructural principal está conformado por **marcos rígidos de concreto armado**, lo cual garantiza estabilidad lateral y adecuada resistencia ante cargas gravitacionales y sísmicas.

Componentes:

- **Columnas**: Concreto armado de alta resistencia, ubicadas en retícula estructural optimizada.
- **Trabe y Vigas**: Perfiles de concreto reforzado formando marcos rígidos.
- **Muros de contención estructurales** en planta baja donde la topografía lo exige.

Losas

Se emplearán **losas aligeradas de vigueta y bovedilla**, seleccionadas por su ligereza, rapidez constructiva y eficiencia en claros medios.

Características del sistema:

- Viguetas pretensadas o armadas según cálculo.
- Bovedilla de concreto o poliestireno para aligeramiento.
- Capa de compresión de concreto con malla electrosoldada.
- Áreas técnicas con losa sólida donde se requiera.

Muros

Muros perimetrales en cada nivel

- Construidos con **concreto celular**, de alta eficiencia térmica y acústica.
- Excelente comportamiento estructural cuando se integra como cerramiento no portante.
- Alta resistencia al fuego y bajo peso propio.

Muros divisorios interiores

- Se emplearán **muros ligeros** (tablaroca, panel de yeso o sistemas similares) para flexibilidad en diseño interior.
- Facilitan instalaciones eléctricas e hidrosanitarias ocultas.
- Reducen peso total de la estructura mejorando su desempeño sísmico.

Acabados y Preparaciones

- Aplanados sobre concreto celular con mortero ligero.
- Juntas de control en muros y losas según norma.
- Sellos perimetrales y aislantes acústicos entre unidades.

Construcción de las torres departamentales

La construcción de las torres iniciará una vez que se concluyan la cimentación, la primera torre de 9 niveles y con una altura total de 28.15 metros este edificio es proyectado en una superficie de 588.30 m^2, la segunda torre con diez niveles y una altura total de 30.70 metros se contempla en una superficie de 638 m^2.

Debido a las condiciones topográficas del sitio, la planta baja funge como nivel de estacionamiento y servicios, alojando:

- Cajones de estacionamiento asignados y para visitantes
- Cuartos de máquinas, cisternas y cuarto eléctrico
- Áreas de maniobras y circulación vehicular
- Núcleos de escaleras y elevadores que conectan con los niveles superiores

La circulación interna se diseña para garantizar seguridad, accesibilidad universal y flujo eficiente.

Vivienda Vertical

El proyecto contempla **117 unidades habitacionales** distribuidas en niveles superiores, conformadas por:

• Departamentos de 1 Recámara (60 m^2)

Diseñados para usuarios individuales o parejas, incluyen:

- Estancia-comedor

- Cocina integral con área de lavado
- Baño completo
- Recámara principal
- Balcón o terraza en unidades seleccionadas

• Departamentos de 2 Recámaras (90 m²)

Unidad familiar estándar:

- Estancia-comedor amplia
- Cocina abierta o semiabierta
- Área de lavado
- Recámara principal con baño
- Recámara secundaria
- Baño común
- Espacio flexible para estudio o almacenaje según tipología

• Departamentos de 3 Recámaras (125 m²)

Unidad premium del conjunto:

- Recámara principal con baño y vestidor
- Dos recámaras secundarias
- Baño completo adicional
- Estancia-comedor extensa
- Cocina equipada con barra
- Cuarto de lavado independiente
- Balcón o terraza panorámica



Figura 26. **Distribución del tipo de departamentos**

Todas las unidades o departamentos contaran con los servicios y acabados que se definan en el proyecto ejecutivo, contando con los servicios sanitarios, hidráulicos, telefonía, internet, accesos, señalamientos, energía eléctrica, esta etapa es donde se requerirá mayor mano de obra e inversión.

Instalaciones en las torres

Hidrosanitaria

- Cisternas y tinacos
- Bombas presurizadoras
- Tubería CPVC o PPR
- Sistema de aguas pluviales independiente

Eléctrica

- Alimentación desde cuarto eléctrico principal
- Canalizaciones ocultas
- Subestación según capacidad requerida
- Luminarias LED de alta eficiencia

Gas

- Tubería certificada en cobre rígido o polietileno según norma
- Concentración de tanques o gas natural (según proveedor)

Seguridad y Control

- CCTV
- Acceso con tarjeta o código
- Sistema contra incendio en áreas comunes

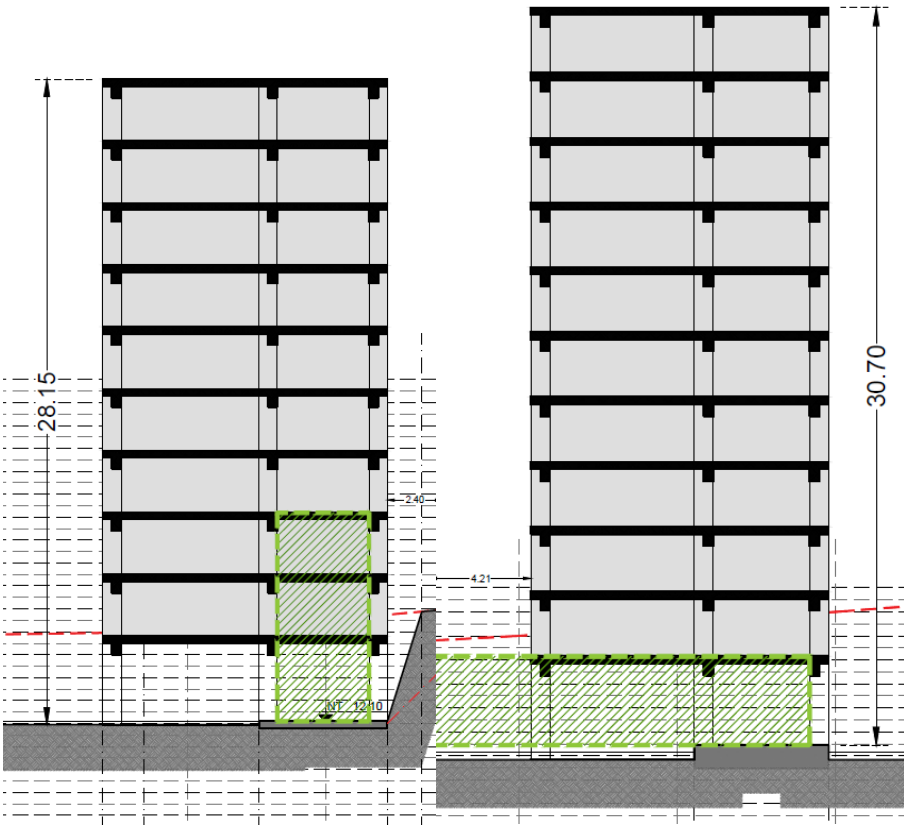


Figura 27. **Torres de departamentos**

Muro perimetral

Esta obra consiste en la delimitación de forma permanente el sitio del proyecto con la construcción de un muro de piedra en la base de cimentación y el muro en mampostería estructural de block o concreto, con una longitud de 250 metros lineales, esta obra se construirá en lado norte y este del proyecto, del lado que colinda con el Bulevar Miguel de la Madrid para dar seguridad y confinamiento al desarrollo inmobiliario, con una altura mínima de 2.5 a 3.0 m. Incluye:

- Refuerzos verticales y horizontales
- Corona superior con acabado anti-escalamiento
- Preparación para instalación de CCTV y reflectores de seguridad

Accesos y Control de Seguridad

Caseta de Acceso Peatonal y Vehicular

Se proyectan **dos casetas de acceso**, ubicadas estratégicamente para facilitar el control de entrada y salida:

- Control con plumas vehiculares
- Área de vigilancia 24/7
- Monitoreo CCTV
- Accesos independientes para visitantes y residentes

Elemento arquitectónico y paisajístico que marca la identidad del conjunto:

- Incorporación de materiales pétreos, vegetación y luminarias
- Funciona como transición visual y de seguridad entre vía pública y el interior del conjunto

Habilitación de servicios y la conexión de estos

Se realizarán las labores propias para la instalación (excavación de zanjas, instalación de tuberías y líneas, relleno y compactación) de los servicios urbanos (agua potable, electricidad) de conformidad con la normatividad vigente.

Agua Potable

El diseño y la ejecución de la red hidráulica se ajustarán a lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones y métodos de prueba, que debe cumplir la red de distribución de agua potable para garantizar su hermeticidad y estanquidad, con el fin de preservar el recurso hidráulico y evitar su contaminación.

Para la etapa de Operación, se propone una red de tubería PVC en diferentes diámetros de acuerdo con el cálculo del proyecto que será alojada en zanjas de ancho variable.

El punto de conexión para la alimentación del conjunto será la línea principal de agua potable ubicada sobre el Boulevard Miguel de la Madrid.

Para la etapa de Operación se construirá con recursos propios del promovente.

Drenaje Sanitario

Durante la etapa de Operación, se propone una Red de atarjea de PVC sanitario y pozos de visita. Los puntos de descarga serán conforme lo determine CAPDAM, debido a que la infraestructura existente en la zona cuenta con varios colectores generales, los puntos de conexión serán indicados por la dependencia correspondiente y de acuerdo con las cuencas tributarias.

Energía Eléctrica

La instalación de suministro eléctrico deberá ajustarse a la Norma Oficial Mexicana para instalaciones eléctricas NOM-001-SEMP-1994 y las normas de construcción y especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y como lo señala el Reglamento Municipal, como parte de las obras mínimas de urbanización, la red eléctrica será híbrida, es decir, con servicio de baja tensión subterránea y de media tensión aéreas. Las luminarias y el sistema a emplear deben ser del tipo ahorradores de energía,

Se construirá con recursos propios del promovente, la misma se conectará a la red de Comisión Federal de Electricidad que se encuentra en la entrada al terreno del proyecto.

Habilitación de áreas verdes

En el sitio del proyecto se consideran áreas verdes y jardineras donde el espacio y la distancia entre especies sea el adecuado, términos de superficie del proyecto el 35.94% se contempla como área verde, equivalente a 3,504 m^2. Es así como, en el proyecto los ejemplares arbóreos se dispondrán en las jardineras en los accesos y en los estacionamientos, además del área verde al centro del proyecto, donde se pretende respetar la condición actual.

- El promovente pretende que el desarrollo cuente con jardineras arboladas en beneficio de los que ahí habiten, en estas zonas se pretende colocar parte de la flora del rescate.
- **En el centro del proyecto se pretende respetar la vegetación actual en la mayor parte del área con los árboles originales, donde únicamente se contempla un sendero de caminamiento que sea un lugar de esparcimiento y relajación de los vecinos del desarrollo.**

El presente programa es aplicable a las áreas consideradas como espacios verdes del proyecto donde en algunos de los polígonos se registra vegetación que será conservada principalmente los árboles más desarrollados.

Tabla 16. Áreas verdes del proyecto

Ubicación	Superficie m2	Característica
Área verde central	2,026	Condición original con especies nativas
Jardineras	1,478	Zona de jardineras con pasto, árboles nativos y palmeras con un enfoque paisajístico conforme al diseño del proyecto

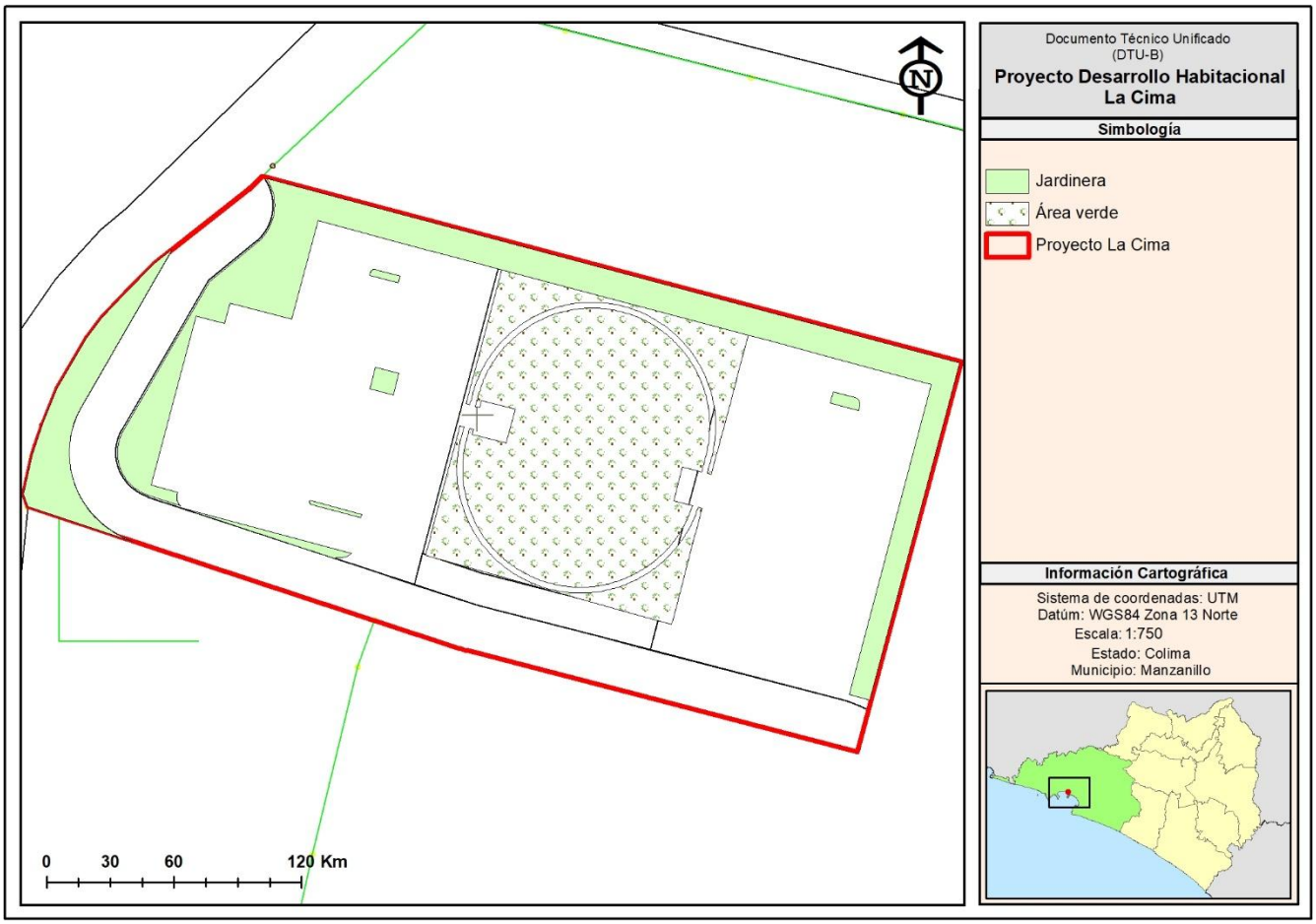


Figura 28. Jardineras y áreas verdes

En resumen, se tienen las siguientes metas y alcances:

- Mantener y reforestar de **3,504 m2** considerados como áreas verdes con un diseño paisajístico con especies arbóreas nativas y palmas**.**
- Reforestación en **de especies nativas en las jardineras**, con una densidad variable y con un enfoque paisajístico. Las especies a utilizar serán las siguientes:

Tabla 17. Especies por utilizar en la reforestación en las jardineras del proyecto

No	Nombre Común	Nombre Científico
1	Copal	*Bursera excelsa*
2	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*
3	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*
4	Pochote	*Ceiba aesculifolia*
5	Barcino	*Cordia elaeagnoides*
6	Zalate	*Ficus velutina*
7	Tepemezquite	*Lysiloma microphyllum*
8	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*

Método de plantación

De forma manual por el método de cepa común, con aplicación de fertilizante en la base de la cepa. El Sistema de Cepa Común es el más empleado en el país. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad

del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, en nuestro caso tendrán dimensiones promedio de: 20 x 20 x 30 cm, las cuales podrán variar dependiendo del envase de los árboles.

La plantación debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal. Para el caso de este proyecto la plantación se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido, se puede considerar la estación de lluvias se ha establecido (segunda quincena de agosto aproximadamente), así mismo se contempla en las jardineras el establecimiento de un sistema de riego que proveerá de humedad en la época seca.

Mantenimiento

En este punto nos centramos en el eficaz cuidado que se deberán tener sobre los árboles recién plantados.

- Se necesita realizar monitoreo, de esta manera se presta atención a los árboles, se observa el ritmo de crecimiento y tratar de descubrir la causa de algún problema que se encuentre (este monitoreo debe ser frecuente y más si son especies recién plantadas)
- Realizar podas: en este caso la poda se realizará cuando los árboles hayan cerrado sus copas, es decir cuando las ramas de inferiores están superpuestas. La primera poda podría realizarse en el segundo o tercer año, y se recomienda realizar la poda en el periodo de crecimiento más lento, en este caso sería en la época de verano o sequía, donde hay menos peligro de infección por hongos. La cantidad de ramas a cortar, en el caso de plantas jóvenes no debe exceder a 1/3 de la altura del árbol. En el caso de podas posteriores no es recomendable podar más de la mitad de su copa.
- Realizar fertilización: Esta actividad en caso de que se requiera, se debe realizar en la fase de establecimiento de la plantación. Para realizar la fertilización en esta área reforestada se recomienda lo siguiente:
  (1) Mezclarlos con un poco de suelo al aplicarlos para que la lluvia no se los lleve por arrastre.
  (2) Evitar fertilizar si es que es posible que llueva fuerte ese día.
  (3) No aplicar en la época seca, ya que los nutrientes no podrán llegar a las raíces de los arbolitos.
  (4) La aplicación debe hacerse antes de una lluvia suave y, en general, en la primera mitad de la temporada de lluvias.

Materiales y equipos por utilizar

Maquinaria

Tabla 18. Maquinaria y equipo del proyecto

Cantidad	Equipo	Propietario
1	Tractor D6	Contratista
1	Cargador Frontal	Contratista
1	Motoconformadora	Contratista
2	Retroexcavadora	Contratista
1	Excavadora	Contratista
Varias	Mezcladoras ó revolvedoras	Contratista
1	Compactadores	Contratista
1	Pipa	Contratista
Varios	Camiones de carga y volteo de 6 y 14 m3	Contratista

Materiales

Materiales a utilizar propios de la construcción como: agua, cemento, arena, grava, cal, yeso, pintura, piedra, piedra bola, varillas de acero, madera, polines, andamios, tubería y conexiones de PVC y tuboplus, cableado eléctrico, poliducto, centro de cargas, accesorios, combustible (gasolina y diésel) serán adquiridos en la zona de Manzanillo.

II.2.5 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES AL PROYECTO

Para el control y movimiento de los materiales para la construcción, **dentro del polígono del proyecto** se habilitarán instalaciones temporales y áreas específicas para el resguardo de la maquinaria y equipo que será utilizado durante las etapas del proyecto, así como instalaciones de servicio básico para el uso de los trabajadores del proyecto.

- **Bodega de materiales**
- **Comedor de trabajadores**
- **Oficinas móviles**
- **Sanitarios (portátiles)**

Las instalaciones provisiones son edificios/infraestructuras necesarias para la etapa de preparación del sitio y en la construcción las 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, baños, comedores, control de acceso, bodegas de materiales y equipo. Se considera el acondicionamiento y/o ventilación de los espacios de acuerdo con los códigos y normas establecidos.

Terminando la urbanización se procederá a retirar y realizar la limpieza correspondiente.

II.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No se tienen contempladas la construcción de obras asociadas fuera del sitio del proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima.**

II.2.7 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

Este apartado tiene como propósito determinar el volumen en metros cúbicos por especie y por predio de las materias primas que se extraerán por la eliminación de la vegetación forestal como consecuencia del cambio de uso de suelo.

II.2.7.1 Método De Muestreo

Para cuantificar los volúmenes a remover por el proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** se diseñó un muestreo forestal de tipo aleatorio estratificado en las áreas forestales del proyecto que corresponde a vegetación forestal a afectar, la cual se identificó como Selva Baja Caducifolia, para la estratificación el primer criterio considerado fue el tipo de vegetación y en segundo lugar la densidad de la misma, es decir, el estado de conservación y/o calidad de la estructura de la vegetación obtenido a partir de la fotointerpretación de la imagen de satélite de la zona del proyecto y los datos de campo de los sitios de muestreo forestal levantados en los recorridos de campo.

La vegetación en la zona presenta un grado de conservación descrita como vegetación secundaria arbustiva, por lo que la calidad de los recursos naturales se encuentra disminuida.

Para lograr una determinación precisa de las materias primas forestales se decidió llevar a cabo una estratificación considerando la densidad arbórea, por lo que la varianza de las unidades muestreadas es disminuida y así lograr el error de muestreo y la confiabilidad de los datos y estimaciones buscados. Para la

rodalización (estratificación) se utilizaron imágenes de satélite con una resolución de 0.5 m de resolución, con lo cual se generó la delimitación precisa de las áreas forestales a afectar por el proyecto.

El volumen estimado que se encuentra dentro del área del cambio de uso de suelo forestal del proyecto, las cuales suman una superficie de **0.9308 hectáreas** de vegetación característica de una selva baja caducifolia.

Para la delimitación de las áreas forestales se utilizó imágenes de alta resolución a través de la fotointerpretación de las áreas forestales dentro del polígono del proyecto, para su validación con los recorridos de campo y con la información levantada a través de los sitios de muestreo forestal, así como los siguientes materiales:

Tabla 19. Material utilizado en el inventario forestal

Nombre	Utilidades
Imagen del dron de alta resolución	Trabajo de gabinete (Planimetría) -Delimitación del área del proyecto -Estratificación -Diseño de muestreo -Determinación de superficies
Datos vectoriales	Información de infraestructura.
Datos Toponímicos	Información toponímica.
Cartas temáticas	Obtención de información del medio físico.

El criterio para la estratificación para el diseño de muestreo fue la densidad de la cobertura arbórea, en virtud de que existen áreas con vegetación forestal y zona sin vegetación, para lo cual se definieron niveles de cobertura. Este factor se fotointerpretó utilizando imágenes de satélite y se corroboró los datos obtenidos en campo del muestreo forestal para una mejor representación de los datos:

Tabla 20. Densidad de la cobertura arbórea

Rango de Cobertura	Descripción	Nivel de densidad
10-25%	Baja	I
25-50%	Media	II
51-75%	Alta	III
76-100%	Muy Alta	IV

Proceso de fotogrametría y fotointerpretación

Durante este proceso se utilizaron imágenes en las cuales se fotointerpretación con los datos que cuenta las imágenes aéreas con sus visitas respetivas al campo y datos de inventario forestal.

En esta fase, se llevó a cabo mediante la utilización de las imágenes de satélite ya trabajadas para este fin (compuestas); cabe señalar que estas imágenes en esta fase ya están referenciadas geográficamente y muestran diferentes colores dependiendo del tipo de vegetación existente o tipo de elemento que se encuentre reflejando su energía en el espectro que toma la imagen.

Para esta fase fue la ubicación del predio dentro de la imagen satelital, para lo cual se utilizó las coordenadas UTM como sistema de referencia, una vez ubicado el límite del proyecto, se definió el área de trabajo a rodalizar;

posteriormente, se definieron los clusters o colores a dividir y se procedió a la rodalización, la cual consiste en delimitar sobre los contornos de división de los diferentes colores y texturas para cada uno cuantas veces se presentara dentro del área de trabajo previamente delimitada; una vez que ya se realizó la división.

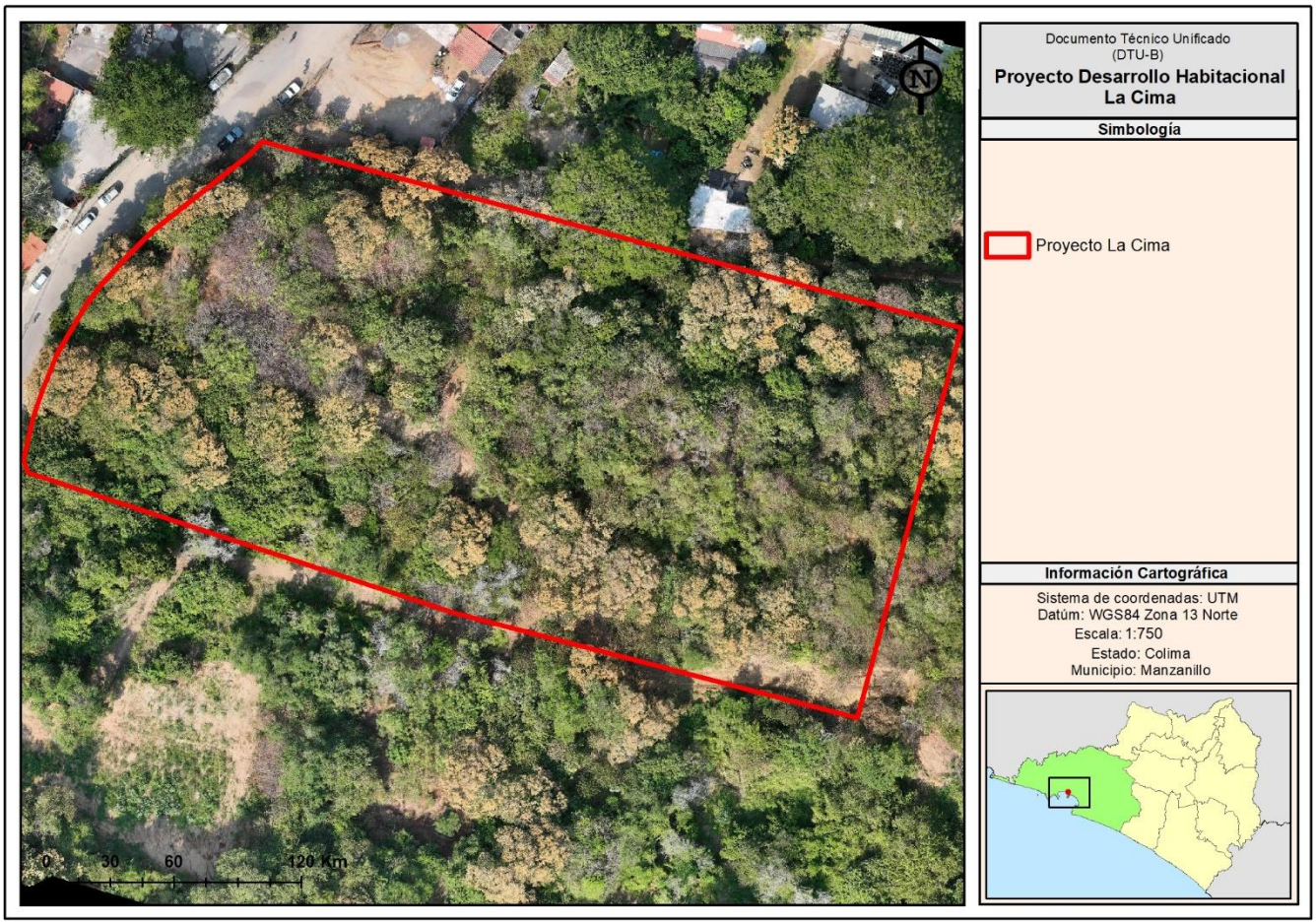


Figura 29. **Proceso de fotointerpretación**

Diseño de muestreo forestal

Los objetivos del inventario es producir información detallada de las materias primas forestales que se ubican en las áreas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en donde se concentrarán las actividades del desarrollo urbano a construir, para lo cual se diseñó un muestreo forestal de tipo aleatorio pre-estratificado con la rodalización conforme a la fotointerpretación de la imagen del dron.

Tabla 21. Diseño del sistema de muestreo utlizado

Nombre del diseño	Descripción	Justificación de su utilización
Muestreo Simple Aleatorio pre-estratificado	El diseño de muestreo simple aleatorio pre-estratificado considera la estratificación el tipo de vegetación como primer nivel, para después clasificarla en áreas más homogéneas considerando la cobertura arbórea, para enfocar el esfuerzo de muestreo en las áreas forestales, mismas que han sido delimitadas	La pre-estratificación aumenta la confiablidad al tener áreas más homogéneas. Se cuenta con imágenes satelitales de alta resolución que permite delimitar la masa forestal.

Nombre del diseño	Descripción	Justificación de su utilización
	con la fotointerpretación de las áreas forestales, para asegurar una mejor estimación de los recursos forestales y disminuir la variabilidad de los datos.	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, 2006 define al muestreo pre-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.*

En todo inventario forestal que se realice a través de muestreos mientras mayor variabilidad de los datos se tenga el error aumenta, para lo cual y como se justificó anteriormente para la estimación del volumen se realizó una estratificación (rodalización) de las áreas forestales a afectar con el objetivo de una mejor estimación de los volúmenes al tratar de reducir la variabilidad y compactar en áreas más homogéneas la masa forestal a remover, resultado de esta estratificación la obtención de 1 estrato de vegetación-densidad**, dentro del cual se distribuyeron al azar 9 sitios,** como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 22. Estratificación de las áreas forestales

Estrato	Área ha	Sitios levantados
Selva Baja Caducifolia densidad media (SBC-III)	0.9308	9

Considerando el tipo de vegetación existente en las áreas de CUSTF, con especies abundantes, se procedió a levantar sitios de 500 m^2 para el estrato arbóreo, de 100 metros cuadrados al centro del sitio para el estrato arbustivo y de 1 m^2 para el estrato herbáceo con 5 subsitios, se optó por levantar sitios de forma circular por las características de la vegetación siendo los más comunes en la zona. En la siguiente ilustración se presenta la ubicación de los sitios que fueron los mismos que se utilizaron para la descripción de la vegetación del predio, las coordenadas del centro de cada sitio se encuentran en la siguiente tabla.

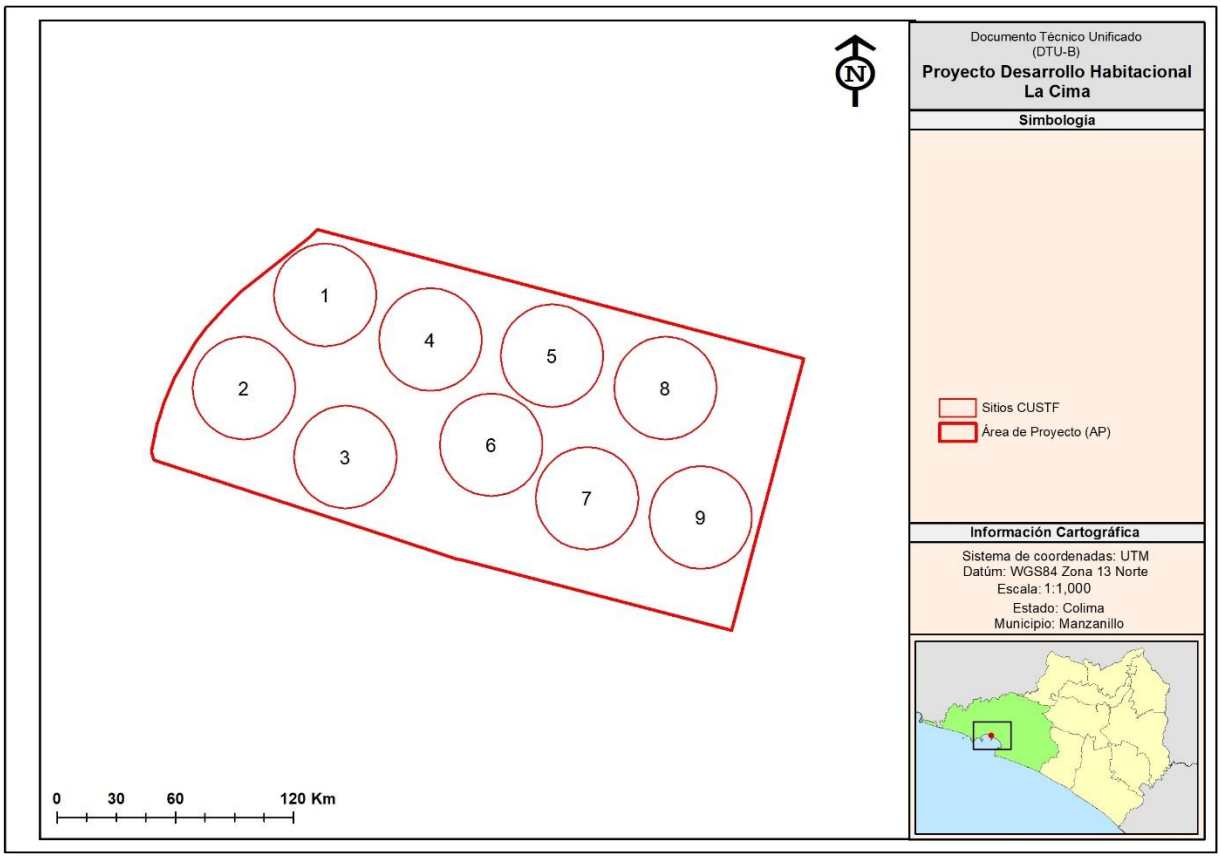


Figura 30. **Ubicación de los sitios de muestreo**

Toma de datos

Los árboles levantados fueron aquellos que cayeron dentro de sitios circulares de 500 m^2, esto con el fin de una mejor delimitación de los sitios dentro del área por afectar por el proyecto. Como el terreno es irregular y presenta pendientes variables se tuvo que compensar y así obtener el tamaño planimétricamente correcto del sitio.

La información recabada en el campo se agrupa por estrato, dividiendo la flora en arbóreo, arbustivo, herbáceo y otras formas de vida. En el estrato arbóreo se capta información sobre las características generales (especies, diámetro normal, diámetro de copas de aquellos individuos mayores de 7.5 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, entre otros.

Equipo y material utilizado en el inventario:

- Posicionadores geográficos
- Clinómetros
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Cuerda compensada
- Tablas de apoyo

- Lápices
- Machetes
- Vehículos de transporte

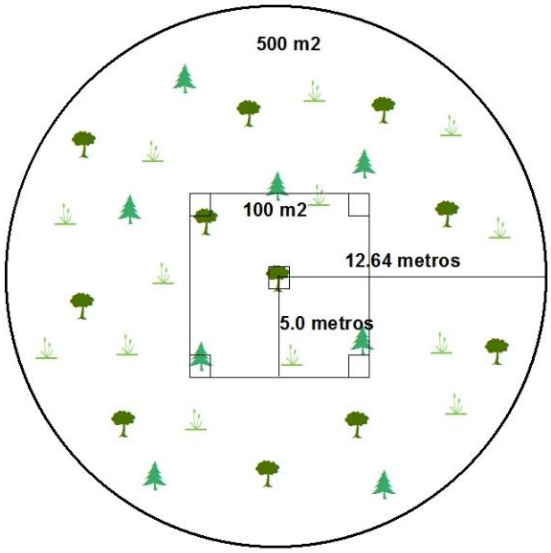


Figura 31. **Forma y tamaño de los sitios levantados**

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.

Tabla 23. Ubicación de los sitios levantados en campo (Coordenadas UTM WGS84-Z13N)

Sitio	Vegetación	X	Y
1	Selva Baja Caducifolia	568265	2113725
2	Selva Baja Caducifolia	568245	2113702
3	Selva Baja Caducifolia	568270	2113685
4	Selva Baja Caducifolia	568291	2113714
5	Selva Baja Caducifolia	568321	2113710
6	Selva Baja Caducifolia	568306	2113688
7	Selva Baja Caducifolia	568329	2113674
8	Selva Baja Caducifolia	568349	2113702
9	Selva Baja Caducifolia	568357	2113670

Dentro del área del proyecto se encontraron 21 especies diferentes lo que eleva la dificultad técnica para determinar sus elementos forestales con que cuenta la zona, por lo que el procesamiento de la información se utilizaron modelos obtenidos del Inventario Nacional Forestal para el caso de las selvas bajas y medianas 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 x D2 x 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 el cálculo del volumen de las especies de porte arbóreo (individuos leñosos con un tallo o fuste bien definido de diámetro normal mayor o igual a 7.5 cm) se utilizaron las ecuaciones o fórmulas matemáticas, dependiendo de la especie y que se han empleado en el inventario Nacional Forestal y de Suelos conforme a la base de datos del proceso de "Ecuaciones Asignadas para el Volumen VRTCC 2015-2020" seleccionando las aplicadas para el estado de Colima o en estado contiguos, que se han desarrollado y utilizado para las especies encontradas en el presente inventario forestal; en el siguiente cuadro se muestra la ecuación utilizada para cada especie para el cálculo del volumen en base a los datos en campo y con una hoja de Excel se obtuvieron la suma por predio y después por estrato. La variable "DN" se refiere al diámetro normal y la variable "Alt" se refiere a la altura total del árbol

En la siguiente tabla se presenta el listado de las 21 especies de porte arbóreo encontrados en los 9 sitios levantados, dentro del mismo cuadro se presenta el modelo o grupo utilizado para la estimación del volumen.

Tabla 24. Ecuaciones de volumen utilizadas

Número	Nombre común	Nombre científico	Ecuación	Clave de Ecuación
1	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	=EXP(-10.71439546+1.97139127* LN(DN)+1.06409203*LN(Alt)	TIV_Oax
2	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	=EXP(-10.71439546+1.97139127* LN(DN)+1.06409203*LN(Alt)	TXIV_Oax
3	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	=EXP(-9.52375084+1.81551953* LN(DN)+1.03039019*LN(Alt))	T14_QR
4	Copal	*Bursera excelsa*	=EXP(-9.86139158+1.93994057* LN(DN)+1.04126898*LN(Alt))	T7_Chis
5	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	=EXP(-9.86139158+1.93994057* LN(DN)+1.04126898*LN(Alt))	T7_Chis
6	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	=EXP(-9.86139158+1.93994057* LN(DN)+1.04126898*LN(Alt))	T7_Chis
7	Iguanero	*Cenostigma eriostachys*	=EXP(-9.67348922+1.86887607* LN(DN)+1.01858126*LN(Alt))	T4_QR
8	Ayoyote	*Cascabela ovata*	=EXP(-9.843341+1.92700277* LN(DN)+1.00612327*LN(Alt))	T5_Chis
9	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	=EXP(-9.41737421+1.76385327* LN(DN)+1.04067089*LN(Alt))	TXIII_Cam
10	Tamborcillo	*Cordia dentata*	=EXP(-9.45811109+1.82568462* LN(DN)+1.00281859*LN(Alt))	T9_QR
11	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	=EXP(-9.73746695+1.85643537* LN(DN)+1.07354086*LN(Alt))	T9_Chis
12	Coliguana	*Cordia seleriana*	=EXP(-9.73746695+1.85643537* LN(DN)+1.07354086*LN(Alt))	T9_Chis
13	Coral	*Coulteria platyloba*	=EXP(-10.01137401+1.97688779* LN(DN)+1.02860759*LN(Alt))	T4_Chis
14	Bulillo	*Crateva tapia*	=EXP(-9.41737421+1.76385327* LN(DN)+1.04067089*LN(Alt))	TXIII_Cam
15	Zalate	*Ficus velutina*	=EXP(-9.7891527+1.88887745* LN(DN)+1.04457398*LN(Alt))	TXVI_Ver
16	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	=EXP(-10.12597512+2.04755627*	T16_Chis

Número	Nombre común	Nombre científico	Ecuación	Clave de Ecuación
			LN(DN)+0.96453516*LN(Alt))	
17	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	=EXP(-10.12597512+2.04755627* LN(DN)+0.96453516*LN(Alt))	T16_Chis
18	Tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	=EXP(-9.66777918+1.8605487* LN(DN)+1.0231895*LN(Alt))	T0z1_SLP
19	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	=EXP(-10.71439546+1.97139127* LN(DN)+1.06409203*LN(Alt))	TIV_Oax
20	Ciruelo	*Spondia purpurea*	=EXP(-10.1261214+1.97537735* LN(DN)+1.05085957*LN(Alt))	T8_Chis
21	Azajar	*Styrax ramirezii*	=EXP(-9.8528306+1.93994057* LN(DN)+1.0307694*LN(Alt))	T6_Chis

Intensidad de muestreo

De acuerdo con lo anterior, se levantaron un total de **9 sitios** arrojando una superficie total muestreada de **0.45 ha** distribuido en toda el área del cambio de uso de suelo correspondiente al proyecto, la cual tiene una superficie de **0.9308 ha**, lo que equivale un **48.35%** de la superficie total de cambio de uso de suelo forestal.

El número total de sitios muestreados es la suma total de los sitios levantados en campo y se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación. Cabe hacer mención la ecuación se aplicó a nivel predial.

$$n = \sum_{i=1}^{n} si$$

……Ecuación de Sitios Muestreados. (Schreuder et al, 2006 y Romahn de la Vega y Ramírez, 1994)

Donde:

n: Número de sitios muestreados
Si: Sitio de muestreo i
n= 9

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 (Schreuder et al, 2006 y Romahn de la Vega y Ramírez, 1994)

Donde:
IM: Intensidad de muestreo
n: Número de sitios muestreados = 9
N: Tamaño poblacional = 18.616 para sitios de 500 m^2

$$IM = \frac{9}{18.616} = * 100 = 48.35\%$$

Estimación de la confiabilidad y error de muestreo

La confiabilidad del muestreo está en función del error que es aceptable para el estudio y de la variabilidad de los datos obtenidos en campo, el error aceptable se estableció con base a la siguiente consideración:

En el artículo 141 fracción VII NO establece la confiabilidad y error de muestreo a considerar para la realización de la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo, sin embargo, considerando a lo establecido en la NOM-152-SEMARNAT-2023 se decidió optar por considerar la confiabilidad y error de muestreo establecido en esta norma.

Para conocer el error muestreo de nuestro inventario forestal, se estableció una confiabilidad aceptable del 95% o mayor, para lo cual se realizó el siguiente análisis:

El error de muestreo. Se calculó a través de las siguientes ecuaciones (Schreuder et al, 2006 y Romahn de la Vega y Ramírez, 1994):

$$E\% = \frac{s_X * t}{x} 100$$

……..Ecuación del error de muestreo (Schreuder et al, 2006 y Romahn de la Vega y Ramírez, 1994).

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

$$S_X = \sqrt{\frac{s^2}{n}\left(1 - \frac{n}{N}\right)}$$

…… Ecuación del error estándar (Schreuder et al, 2006 y Romahn de la Vega y Ramírez, 1994).

Donde:
S^2: Varianza de la variable (volumen)
n: Número de sitios muestreados
N: Tamaño poblacional

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 (Schreuder et al, 2006 y Romahn de la Vega y Ramírez, 1994):

$$CV = \frac{s}{x} * 100$$

… …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 confiablidad expresada en valores de la distribución "t" de Student y el tamaño de la población, se presenta a continuación la ecuación (Romahn de la Vega y Ramírez, 1994):

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$ ……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 ~ f(GL,∝). 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. porciento. La confiabilidad a obtenida en Excel para el valor de t obtenido de cada estrato como se muestra en la tabla.

Tabla 25. Cálculo del error de muestreo y confiabilidad

Parámetro	SBC-III
Área en ha	0.9308
n	9
N	19

Parámetro	SBC-III
Promedio	2.85268
Varianza de volume	0.24403
Desviacion Estandar	0.49
Sx	0.12
Grados de Libertad	8
Confiabilidad al 95%	0.05
valor de t "Student" al 95%	2.31
Error muestreo en %	**9.57**
error	0.27
Coeficiente de Variacion (CV)	17.32
Maximo error permitido	10
Intensidad de muestreo	48.35
Confiabilidad	**97.88**

En 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 97.88% los errores de muestreo a nivel predial del 9.57%.

Conclusiones

- La estratificación de las áreas forestales en áreas homogéneas y más compactas reduce la variabilidad de los datos por lo que tiene una mejor estimación del volumen a remover por el cambio de uso de suelo forestal, que en este caso al ser un polígono compacto no se tuvo que dividir en zonas.
- El tamaño de muestra es adecuado al obtener la confiabilidad y error de muestreo establecidos en la NOM-152-SEMARNAT-2023.
- Con el diseño de un muestreo al azar pre-estratificado en base la rodalización se obtuvieron errores de muestreo menores al 10%

  La confiabilidad del muestreo fue mayor al 95% para todo el inventario forestal

II.2.7.2 Cuantificación De Individuos A Remover Por Especie Por Estrato

Número de individuos a remover por Hectárea Tipo

De acuerdo con los datos del inventario se determinó el número de individuos por Hectárea tipo de la selva baja caducifolia y de los bosques de encino, obteniéndose los siguientes resultados de manera resumida identificando los datos a nivel hectárea.

Tabla 26. Hectárea tipo de la selva baja caducifolia densidad alta

No	Nombre Común	Nombre Científico	NI	AB	Vol
1	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	9	0.26	0.58
2	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	4	0.04	0.65
3	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	11	0.20	0.79
4	Copal	*Bursera excelsa*	20	0.57	1.65
5	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	60	2.23	8.46
6	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	9	0.41	1.65
7	Iguanero	*Caesalpinia eriostachys*	11	0.29	1.18

No	Nombre Común	Nombre Científico	NI	AB	Vol
8	Ayoyote	*Cascabela ovata*	4	0.03	0.06
9	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	7	0.15	7.19
10	Tamborcillo	*Cordia dentata*	20	1.46	6.09
11	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	38	3.24	14.33
12	Coliguana	*Cordia seleriana*	38	1.69	5.47
13	Coral	*Coulteria platyloba*	4	0.12	0.43
14	Bulillo	*Crataeva tapia*	9	0.22	0.90
15	Zalate	*Ficus velutina*	4	0.05	0.22
16	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	9	0.30	1.03
17	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	73	1.23	4.16
18	Tepemezquite	*Lysiloma microphyllum*	7	0.16	0.34
19	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	7	0.92	2.16
20	Ciruelo	*Spondia purpurea*	29	1.08	2.86
21	Azajar	*Styrax ramirezii*	4	0.38	2.10
Total			**377**	**15.04**	**62.28**

II.2.7.3 Número De Individuos Totales A Remover Por Predio

El área del **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima** se encuentra en un solo predio dentro de una fracción del polígono C de una Fracción de la Ex -Hacienda de Santiago, dentro a nombre de Dynamica Desarrollos Sustentables S. A. de C. V., por lo que se presenta el volumen por tipo de vegetación y un concentrado en las 0.9308 ha.

Considerando la estimación de la hectárea tipo por estrato, se extrapolaron el número de individuos, volumen y área basal a afectar por la superficie forestal que existe actualmente por predio y estrato.

Tabla 27. Recursos forestales por remover en selva baja caducifolia en 0.9308 ha.

No	Nombre Común	Nombre Científico	NI	AB	Vol
1	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	8	0.24	0.54
2	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	4	0.03	0.61
3	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	10	0.19	0.74
4	Copal	*Bursera excelsa*	19	0.53	1.54
5	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	56	2.08	7.87
6	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	8	0.38	1.53
7	Iguanero	*Caesalpinia eriostachys*	10	0.27	1.1
8	Ayoyote	*Cascabela ovata*	4	0.02	0.06
9	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	7	0.14	6.69
10	Tamborcillo	*Cordia dentata*	19	1.36	5.67
11	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	35	3.02	13.33
12	Coliguana	*Cordia seleriana*	35	1.57	5.09
13	Coral	*Coulteria platyloba*	4	0.11	0.4
14	Bulillo	*Crataeva tapia*	8	0.21	0.83
15	Zalate	*Ficus velutina*	4	0.05	0.21
16	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	8	0.28	0.96
17	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	68	1.14	3.87
18	Tepemezquite	*Lysiloma microphyllum*	7	0.15	0.32

No	Nombre Común	Nombre Científico	NI	AB	Vol
19	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	7	0.86	2.01
20	Ciruelo	*Spondia purpurea*	27	1.01	2.67
21	Azajar	*Styrax ramirezii*	4	0.35	1.95
Total			**352**	**13.99**	**57.99**

II.2.8 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO

II.2.8.1 Identificación De Los Usos De Los Recursos Biológico Forestales

Desde una perspectiva analítica, para llevar a cabo una estimación económica de los recursos biológicos de un bosque, selva, matorral o cualquier tipo de vegetación, es necesario y útil clasificar los diferentes bienes y servicios según el grupo al que benefician, producto o uso final de estos:

- Aquellos que proporcionan beneficios a los usuarios directos como materias primas o alimentos (como el aprovechamiento de productos maderable y no maderables) y,
- Los que brindan beneficios a escala regional (como la regulación de los servicios hídricos), y los que ofrecen beneficios a nivel global (como la captura de carbono).

De acuerdo con lo anterior, se pretende realizar una estimación económica aproximada del aprovechamiento y servicios que se pudieran generar en el área de cambio de uso de suelo forestal por afectar.

En consecuencia, para estimar el valor económico de los recursos biológicos forestales presentes en un área de **Selva Baja Caducifolia** que se encuentra en las áreas de CUSTF, se clasificaron los diferentes productos que se pueden obtener y estimar desde un punto de vista económico, cabe mencionar que los siguientes usos son los principales que se les da a la especies de la región y que existen diferentes especies con diversos usos, pero que son excluyentes, es decir el utilizar una especie para elaboración de un producto como medicinal no es posible utilizarlo para forraje al mismos tiempo, los grupos de usos son los siguientes:

- Maderable
  - Rollo
  - Leña y carbón
  - Postes
- No Maderable
  - Alimento
  - Forrajero
- Valor de la Fauna
- Servicios Ambientales

Para tener una valoración aproximada se considerará esa valoración con base a las 0.9308 hectáreas que se afectarán con el proyecto y de las cuales se solicitará el cambio de uso de suelo forestal. Se identificaron 21 especies arbóreas que se tienen las áreas forestales y su principal uso, mismo que fue identificado en los recorridos de campo en entrevistas a los lugareños.

Tabla 28. Uso principal de las especies dentro del área de CUSTF

No.	Nombre común	Nombre científico	Recurso extractivo principal	Comercio	Unidad de medica	Interés social	Costo por unidad
Estrato arbóreo							
1	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	Leña	Uso local	Metro cubico	Bajo	487.5
2	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	Medicinal	Uso local	Kg	Alto	80
3	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	Madera en rollo	Uso local	Metro cubico	Bajo	2000
4	Copal	*Bursera excelsa*	Medicinal	Uso local	kg	Alto	600
5	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	Leña	Uso local	Metro cubico	Bajo	487.5
6	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	Ecológico-ornamental	Uso local	pieza	Bajo	250
7	Iguanero	*Caesalpinia eriostachys*	Poste	Comercial	Pieza	Alto	90
8	Ayoyote	*Cascabela ovata*	Medicinal	Uso local	Kg	Bajo	60
9	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	Ecológico-ornamental	Uso local	pieza	Bajo	250
10	Tamborcillo	*Cordia dentata*	Ecológico-ornamental	Uso local	pieza	Bajo	90
11	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	Poste	Comercial	pieza	Alto	90
12	Coliguana	*Cordia seleriana*	Ecológico-ornamental	Uso local	pieza	Bajo	300
13	Coral	*Coulteria platyloba*	Poste	Comercial	Pieza	Alto	89
14	Bulillo	*Crataeva tapia*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	90
15	Zalate	*Ficus velutina*	Ecológico-ornamental	Uso local	pieza	Medio	450
16	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	Ecológico-ornamental	Uso local	pieza	Bajo	50
17	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Leña	Uso local	Metro cubico	Bajo	487.5
18	Tepemezquite	*Lysiloma microphyllum*	Leña	Comercial	Metro cubico	Alto	487.5
19	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	Alimento	Uso local	kg	Alto	50
20	Ciruelo	*Spondia purpurea*	Alimento	Uso local	kg	Alto	25
21	Azajar	*Styrax ramirezii*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	90
Estrato arbustivo							
1	Pica Pendejos	Bonellia macrocarpa	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	45
2	Tabachincillo	Caesalpinia pulcherrima	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	80
3	Limoncillo T. Guayabo	Guettarda elliptica	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	150
4	Gorda dura	Hyperbaena ilicifolia	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	60
5	Crucillo	Randia armata	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	100
6	Carricillo	Rhipidocladum racemiflorum	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	30

No.	Nombre común	Nombre científico	Recurso extractivo principal	Comercio	Unidad de medica	Interés social	Costo por unidad
7	Vara prieta	Russelia sarmentosa	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	150
8	Arbusto de la Paloma	Salpianthus arenarius	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	200
9	Senna cafecillo	Senna obtusifolia	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	60
10	Abrojo	Triumfetta semitriloba	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	150
Estrato Otras formas							
1	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	50
2	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	100
3	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	100
4	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	50
5	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	150
6	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	Ecológico-ornamental	Uso local	Pieza	Bajo	100

II.2.8.2 Valor Económico Maderable

El uso y destino de un árbol para fines maderables depende de manera directa del diámetro normal (DAP) con que cuenta, así como de las características anatómicas de las especies, que para este caso se generalizan para especies características de la selva o bosques tropicales.

La inmensa mayoría de las especies existe en volúmenes muy reducidos, concentrando los volúmenes en pocas especies, de las cuales su uso no es muy atractivo desde el aspecto comercial, por lo que su suministro es irregular y poco previsible. Esta es una restricción central para su comercialización.

Por lo anterior, para determinar los volúmenes aprovechables y su destino, primeramente, se obtuvieron los volúmenes por especie que resultan del cambio de uso de suelo y posteriormente se clasificó las especies de acuerdo a su uso:

- Rollo
- Leña y carbón
- Postes

De acuerdo con las características de la masa forestal se tienen los siguientes volúmenes disponibles:

Tabla 29. Volúmenes disponibles para madera en rollo

Nombre Común	Nombre Científico	Vol
Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	0.74
Total		**0.74**

Tabla 30. Volúmenes disponibles para leña

Nombre Común	Nombre Científico	Vol
Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	0.54
Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	7.87
Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	3.87
Tepemezquite	*Lysiloma microphyllum*	0.32
Total		**12.60**

Tabla 31. Volúmenes disponibles para postes

Nombre Común	Nombre Científico	NI	Vol
Iguanero	*Caesalpinia eriostachys*	10	1.10
Barcino	*Cordia elaeagnoides*	35	13.33
Coral	*Coulteria platyloba*	4	0.40
Total		**49**	**14.83**

Como se describe anteriormente los volúmenes de madera existentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto, de los cuales se obtendrán productos forestales maderables cuantificables, al respecto se puede estimar el precio total de la materia prima forestal con valores directos del mercado, la obtención de los productos es en base al uso que se asignan a esto.

Una especie forestal puede estar sujeta a un aprovechamiento comercial cuando por sus características existe una demanda de su madera, sus frutos o de otros productos no maderables. Sin embargo, para que se dé una comercialización, se deben de considerar los volúmenes disponibles, la infraestructura para realizar el aprovechamiento y el mercado definido para su venta. De acuerdo con lo anterior, se tienen los siguientes productos:

- Madera en rollo (aserrío)
- Madera para carbón (leña)
- Madera para poste

Con los usos antes descritos se levantaron encuestas en la región para identificar el precio de mercado de estos productos a nivel regional tabla siguiente una vez identificado el uso de las especies encontradas de acuerdo con estratos arbóreo y arbustivo.

Tabla 32. Precio de mercado de los productos forestales en la región

Uso	Unidad de medida	Precio de mercado (pesos)
Madera en rollo (aserrío)	m^3r	$ 2,000
Leña	m^3r	$ 487.5
Poste	Pieza	$ 90

Para la madera para asierre, se considera que del volumen total se obtiene el 50% de madera en rollo, y de esta el 30% puede ser usada para leña, de tal forma que de los **0.74 m^3rta** se tienen disponibles **0.37 m^3rta** con un valor unitario de $2,000.00 pesos por metro y **0.22 m^3r** que se añadirán al volumen de leña más adelante.

Tabla 33. Valor económico de madera para aserrío

Concepto	Cantidad
Volumen total aprovechable m^3r	0.37
Valor del m^3r	$2,000.00
Valor estimado por la superficie del proyecto	**$740.0**

Para determinar el volumen disponible para leña se considera el 90% del volumen en rollo total, teniendo un volumen de las especies en el área del CUSTF de **12.60 m^3r** por el 90% nos da **11.34 m^3** más los **0.22 m^3** se obtienen **11.56 m^3 de leña**, por lo cual el valor de estos productos se describe a continuación:

Tabla 34. Valor económico de la producción de leña

Concepto	Cantidad
Volumen total aprovechable m^3r	11.56
Valor del m^3r	$487.5
Valor aproximado de leña	**$ 5,636.48**

Para el caso de la postería su comercialización es por pieza, si se considera que el 80% de los individuos encontrados en el área de CUSTF tienen las dimensiones para comercializarse se tiene el siguiente valor de este producto maderable, partiendo que se existen **49** individuos por el 80% nos da un total de **39** piezas.

Tabla 35. Valor económico de la producción de poste

Concepto	Cantidad
Piezas de postes a comercializar	39
Valor del poste en promedio	$90
Valor aproximado de los postes	**$3,528**

II.2.8.3 Valor Económico De Productos No Maderables

Con respecto a la estimación de los valores económicos de los productos forestales no maderables, resulta muy difícil calcular, sin embargo para el presente estudio, se realizó un cálculo de los valores económicos de algunos productos no maderables que existen en la zona de cambio de uso del suelo forestal, aunque los precios de compra-venta son aproximados y/o de referencia en función de las perspectivas económicas de la población local, ya que se basan en la experiencia de dichos pobladores de la región con relación a cuanto podrían producir y cuánto podrían valer los productos referidos; dentro de los productos no maderables tenemos los siguientes grupos.

- Alimento
- Ecológico
- Forrajero
- Medicinal

1) Alimento

De este uso se identificaron 2 especies dentro del área del proyecto, las cuales se detallan en la siguiente tabla

Tabla 36. Valor económico de las especies de alimento

Nombre Común	Nombre Científico	No. De árboles	No. De árboles productivos	Kg/árbol	Producción total	Precio	Ingreso por venta
Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	7	4	40	160	50	8,000
Ciruelo	*Spondia purpurea*	28	14	25	350	25	8,750
Valor aproximado de los alimentos							**16,750**

1) Ecológico

Son aquellas especies que tienen un valor ambiental y ecológico al ecosistema, su valor corresponde a un aproximado como producción de la planta, en la siguiente tabla se presenta un valor estimado para las especies presentes en el sitio del proyecto.

Tabla 37. Valor económico de las especies ecológicas

No	Nombre Común	Nombre Científico	NI	Valor por unidad	Valor total
1	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	8	250	$ 2,000.00
2	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	7	250	$ 1,750.00
3	Tamborcillo	*Cordia dentata*	19	90	$ 1,710.00
4	Coliguana	*Cordia seleriana*	35	300	$ 10,500.00
5	Bulillo	*Crataeva tapia*	8	90	$ 720.00
6	Zalate	*Ficus velutina*	4	450	$ 1,800.00
7	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	8	50	$ 400.00
8	Azajar	*Styrax ramirezii*	4	90	$ 360.00
9	Pica Pendejos	Bonellia macrocarpa	20	45	$ 900.00
10	Tabachincillo	Caesalpinia pulcherrima	124	80	$ 9,920.00
11	Limoncillo T. Guayabo	Guettarda elliptica	20	150	$ 3,000.00
12	Gorda dura	Hyperbaena ilicifolia	103	60	$ 6,180.00
13	Crucillo	Randia armata	352	100	$ 35,200.00
14	Carricillo	Rhipidocladum racemiflorum	73	30	$ 2,190.00
15	Vara prieta	Russelia sarmentosa	238	150	$ 35,700.00
16	Arbusto de la Paloma	Salpianthus arenarius	62	200	$ 12,400.00
17	Senna cafecillo	Senna obtusifolia	310	60	$ 18,600.00
18	Abrojo	Triumfetta semitriloba	114	150	$ 17,100.00
19	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	103	50	$ 5,150.00
20	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	73	100	$ 7,300.00
21	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	186	100	$ 18,600.00
22	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	20	50	$ 1,000.00
23	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	10	150	$ 1,500.00
24	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	155	100	$ 15,500.00
Total			**2056**		**$ 209,480.00**

1) Uso Forrajero

Dentro de este grupo de uso para clasificar las especies encontradas en el área de CUSTF que tiene un uso exclusivo como forraje se identificó a la guásima (*Guazuma ulmifolia*), adicional a los pastos y las herbáceas del área, querer estimar su uso de manera directo es muy complicado por el simple hecho de su cuantificación de

manera individual, sin embargo hay valores indirectos como la renta anual para pastoreo que de acuerdo a los lugareños la hectárea de renta para pastoreo tiene un valor de 2,000 pesos.

Los precios en el volumen de especies usadas como forraje se considera un producto que se aprovecha por superficie y no por individuo o volumen, siendo el número total de hectáreas por la renta de su utilización.

Tabla 38. Valor económico de las especies forrajeras.

Producto	Valor por hectárea	Superficie de renta	Valor económico
Forraje	2,000	0.9308 hectáreas	$ 1,861.6
Valor aproximado del uso forrajero			**$ 1,861.6**

1) Medicinal

La extracción de resinas, hojas y raíces con fines medicinales, estos productos están contemplados según su uso local aun así consideramos para darle valor a este producto la siguiente consideración, considerando la totalidad de los árboles se encuentran en edad de producción se obtendrían los siguientes valores de la producción:

Tabla 39. Valor económico de las especies medicinales

Nombre Común	Nombre Científico	No. De árboles	Kg/árbol	Producción total (kg)	Precio/kg	Ingreso por venta
Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	4	5	20	80	$ 1,600
Copal	*Bursera excelsa*	19	0.3	5.7	600	$ 3,420
Ayoyote	*Cascabela ovata*	4	3	12	60	$ 720
Valor total						$ 5,740

Tabla 40. Valor económico de No maderables

Concepto	Cantidad
Tabla Valor económico de las especies de alimento	$ 16,750.00
Tabla Valor económico de las especies ecológicas	$ 209,480.00
Valor económico de las especies medicinales	$ 5,720.00
Valor total maderable	**$ 231,950.00**

II.2.8.4 Estimación Económica De La Fauna En CUSTF

Para la estimación económica de la fauna silvestre se realizó un listado de especies clasificadas por orden, reportadas en el proyecto, mismas que a continuación se presentan:

Se procedió a consultar precios de compra/venta en el mercado local, sobre todo para las especies que no tienen un mercado establecido.

Tabla 41. Valor económico de las especies de fauna silvestre

Clase	Especie	Nombre común	Abundancia (trabajos de campo)	Valor unitario	Valor total
Aves	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	5	$450.00	$2,250.00
Aves	*Ardea alba*	Garza blanca	6	$300.00	$1,800.00
Aves	*Ardea herodias*	Garza morena	2	$300.00	$600.00
Aves	*Buteo brachyurus*	Gavilan cola corta	8	$300.00	$2,400.00

Clase	Especie	Nombre común	Abundancia (trabajos de campo)	Valor unitario	Valor total
Aves	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	12	$250.00	$3,000.00
Aves	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	14	$150.00	$2,100.00
Aves	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	3	$250.00	$750.00
Aves	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	4	$600.00	$2,400.00
Aves	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	4	$2,000.00	$8,000.00
Aves	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	10	$250.00	$2,500.00
Aves	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	7	$120.00	$840.00
Aves	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	3	$220.00	$660.00
Aves	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	4	$450.00	$1,800.00
Aves	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	4	$370.00	$1,480.00
Aves	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado	13	$180.00	$2,340.00
Aves	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	6	$350.00	$2,100.00
Aves	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	6	$350.00	$2,100.00
Aves	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	9	$400.00	$3,600.00
Aves	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	5	$150.00	$750.00
Aves	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	3	$100.00	$300.00
Aves	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	2	$450.00	$900.00
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	6	$150.00	$900.00
Aves	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	3	$250.00	$750.00
Aves	*Streptopelia decaocto*	Tortola turca	10	$80.00	$800.00
Aves	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	18	$120.00	$2,160.00
Aves	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	13	$220.00	$2,860.00
Aves	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	3	$550.00	$1,650.00
Aves	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	6	$210.00	$1,260.00
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	13	$150.00	$1,950.00
Mamíferos	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	3	$400.00	$1,200.00
Mamíferos	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	4	$350.00	$1,400.00
Mamíferos	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	8	$300.00	$2,400.00
Mamíferos	*Osgoodomys banderanus*	Rata	5	$80.00	$400.00
Mamíferos	*Procyon lotor*	Mapache	3	$450.00	$1,350.00
Mamíferos	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	2	$450.00	$900.00
Reptiles	*Anolis nebulosus*	Anolis	8	$60.00	$480.00
Reptiles	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	9	$150.00	$1,350.00
Reptiles	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	4	$20.00	$80.00
Reptiles	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	3	$120.00	$360.00
Reptiles	*Iguana iguana*	Iguana verde	6	$900.00	$5,400.00
Reptiles	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	3	$700.00	$2,100.00
Reptiles	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	10	$120.00	$1,200.00
Reptiles	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	5	$120.00	$600.00
Reptiles	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	5	$50.00	$250.00
Reptiles	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	3	$40.00	$120.00
Total			**283**	**$14,030.00**	**$74,590.00**

II.2.8.5 ESTIMACIÓN ECONÓICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

Para hacer una **valoración económica de los servicios ambientales** generados en el área del proyecto, es necesario, entre otras cosas, un buen entendimiento de cuáles son los servicios ambientales que puede ofrecer

el tipo vegetación forestal que se tiene, como es el caso del tipo **vegetación de selva baja caducifolia**, por lo que en la tabla siguiente se hace un análisis de estos, para identificar cuales servicios pueden tener una valoración económica.

Tabla 42. Factibilidad de la estimación económica de los servicios ambientales

Categoría	Bien o servicio ambiental	Descripción del servicio ambiental	Indicador	Factibilidad estimación económica
1. Almacenamiento y retención de agua.	Captura de agua. Conservación de la calidad del agua.	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos.	Captura de agua M^3/ha	SI
2. Regulación de la composición química atmosférica.	Captura de carbono. Sumidero de carbono.	Balance de niveles de Dióxidos y monóxidos de carbono y azufre.	Captura de Carbono Ton/ha	SI
3. Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Amortiguamiento de los impactos naturales.	Capacidad que tiene un ecosistema de dar respuesta de adaptaciones a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación.	No existen parámetros que puedan estimar el valor económico de la vegetación ante el impacto de un fenómeno meteorológico	NO
4. Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Modulación o regulación climática.	Regulación de la temperatura global, la precipitación y demás procesos biológicos climáticos a nivel local y global a través de la regulación de gases de efecto invernadero.	Desde el punto de vista económico este servicio está relacionado con la captura de carbono para reducir el efecto de los gases invernadero Ton/ha	SI
5. Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.	Conservación de la biodiversidad. Conservación de acervos genéticos. Provisión de hábitats de especies silvestres y de valor comercial.	Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales y bajo estatus de protección.	Valor de la flora y fauna En el sitio se tienen especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT 2010	SI
6. Retención del suelo dentro del ecosistema.	Formación y recuperación de suelos.	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción.	El Valor de las obras y actividades que se requiere	SI

Categoría	Bien o servicio ambiental	Descripción del servicio ambiental	Indicador	Factibilidad estimación económica
	Conservación de la fertilidad del suelo Conservación física del suelo		para recuperar el suelo (costo de reemplazo) M^3/ha	
7. Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas.	Belleza paisajística. Medio para ecoturismo.	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema.	$/persona Existen parámetros para su estimación de acuerdo a la capacidad de carga de una zona en el número de visitantes/ha, sin embargo, por el tamaño y ubicación del sitio del proyecto se tiene posibilidades de este uso.	Si
8. Obtención de productos de uso comercial de forma directa.	Alimento Materias primas	Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc, que pueden ser aprovechados por el hombre	Valor de la flora y fauna	SI

De acuerdo con la tabla anterior, para estimar el valor económico de los servicios ambientales, se definieron los siguientes:

- Valor de la flora
- Valor de la Fauna
- Valor por la Captura de Carbono
- Valor por la Producción de agua
- Valor del reemplazo suelo

En los puntos anteriores del presente capítulo, se realizó la valoración de la Flora y la Fauna, por lo que en esta información complementaria se realizará la valoración económica de los servicios ambientales con base a las **0.9308 hectáreas** de **vegetación de selva baja caducifolia** que se afectarán con el proyecto y de las cuales se solicita el cambio de uso de suelo forestal.

Mediante una revisión bibliográfica y reportes de la valoración de los servicios ambientales, se ha podido estimar el valor económico de los servicios ambientales de captura de carbono y captura de agua o servicios hidrológicos, que son los que mayor experiencia se tiene en cuanto a la valoración económica y se ha hecho una estimación del valor del suelo que se puede perder con el cambio de uso de suelo.

Estimación del valor por captura de carbono

Los bosques y selvas y en general la vegetación como organismos de captura de carbono se da durante su etapa de desarrollo y crecimiento, una vez que llegan a su madurez, este potencial de captura es mermado, y se genera un equilibrio entre la captura y las emisiones naturales, para nuestro caso el potencial de captura adicional es reducido ya que se encuentran las condiciones de la masa forestal en estado de madurez, por lo que este servicio ambiental es mínimo en comparación a los bosques que están en su etapa juvenil y que tienden a almacenar bastante más CO_2 que las masas maduras.

El incipiente mercado de carbono generado a raíz del Protocolo de Kioto, está creando oportunidades para complementar los ingresos provenientes de las actividades forestales tradicionales con ingresos derivados de la venta de servicios de emisión de carbono. Las estimaciones publicadas del valor de la captura de carbono varían de US$650 a $3,500 por hectárea en términos de valor actual neto.

Los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato (por ejemplo, un uso de la tierra) se estiman sumando los cambios de todos los depósitos, como se muestra en la Ecuación siguiente de las Directrices del IPCC (2006).

Por lo general, en los bosques naturales el carbono del suelo está en equilibrio, pero tan pronto como ocurre la deforestación -o la reforestación-, ese equilibrio es afectado. Actualmente, se estima que cada año son deforestadas entre 15 y 17 millones de hectáreas, sobre todo en los trópicos (FAO, 1993) y que muy a menudo parte del carbono orgánico se pierde dando lugar a una considerable emisión de CO2. Por lo tanto, donde la deforestación no puede ser detenida, es necesario un manejo correcto para minimizar las pérdidas de carbono. La reforestación, sobre todo en los suelos degradados con bajo contenido de materia orgánica, será una forma importante de secuestro de carbono a largo plazo, tanto en la biomasa como en el suelo.

En línea con lo anterior y teniendo en cuenta las necesidades de poder apreciar mejor las repercusiones ambientales a la hora de adaptar o implementar un proyecto o política, para evaluar el efecto sobre los GEI, se hace pertinente la selección apropiada de herramientas simples, con credibilidad, económicas y que brinden soluciones precisas y eficaces. Según los avances metodológicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se han desarrollado en los últimos años numerosas herramientas para cuantificar el balance de GEI para actividades agrícolas, ganaderas y forestales, entre ellas proponen el uso de calculadoras, protocolos, guías de buenas prácticas y modelos donde una de las herramientas más usadas son las calculadoras, es decir, programas basados en cálculos online, en MS Excel® u otros formatos digitales (Colomb & Cols, 2012).

Una de estas herramientas tenemos a Ex-Act (https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act/en/), herramienta de Balance de Carbono, desarrollada por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), que proporciona estimaciones para el balance de carbono neto, tanto de los usos y cambios del uso del suelo, como de actividades o hasta proyectos de inversión o escenarios políticos, entre muchos otros contextos. Está basado en el terreno de contabilización, el cual mide las existencias de C, los cambios en las existencias por unidad de terreno, las emisiones de CH4 y N2O expresadas en Ton CO2eq por hectárea y por año. Por lo tanto, Ex–Act muestra si el proyecto es capaz de suministrar servicios ambientales con la captura de carbono, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático (CC), y con ello se puede analizar factores económicos que permitan la toma de decisiones y la evaluación de programas de nueva inversión,

asegurando un método apropiado disponible para inversores, oficiales de planificación, diseñadores de proyectos y los tomadores de decisiones de los sectores agrícolas y forestales en países en desarrollo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO])

Es decir, esta herramienta permite entre otras cosas:

- La evaluación de proyectos no enfocado a los mercados de carbono, es decir, donde las estimaciones no están encaminadas a generar mecanismos de compensación ambiental para contrarrestar penalizaciones ambientales debido a las emisiones de gases efecto invernadero generadas por la industria.
- Permite acoplar en su proceso de cálculo actividades tales como: cultivos templados, cultivos tropicales, arroz, praderas, producción lechera, otros animales, producción agroforestal, producción perenne, horticultura, bosques, CH4 derivado de deyecciones, emisiones de N_2O edáfico tras aplicación de abonos minerales u orgánicos, infraestructura, CO_2 de carburantes fósiles y electricidad (Colomb & Cols, 2012)
- El Banco Mundial se guía de esta herramienta para la **contabilidad de gases de efecto invernadero**, ya que ha sido probada con éxito en proyectos por ejemplo de agricultura, en lugares como Brasil, Rusia, India, China, Níger, Nigeria y Marruecos, además ha cubierto las evaluaciones de proyectos y programas en alrededor de 38 países (World Bank, 2014)
- Permite generar un amplio análisis del alcance de gases de efecto invernadero, es muy flexible en términos de requisitos de coeficientes y datos específicos del sitio, **puede manejar la conversión del uso de la tierra,** los cambios en las prácticas agrícolas y también se pueden utilizar en los análisis financieros y económicos de los proyectos (World Bank, 2014).

Cuando se lleva a cabo un análisis Ex-Act, se debe tener en cuenta la situación sin proyecto (es decir, la "línea de base") y la situación esperada luego de aplicado el proyecto. Por lo tanto, el balance final de carbono es la comparación entre las emisiones de GEI resultantes después de su aplicación y la línea de base del proyecto (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2010b)). Con base en lo anterior, se deben establecer dos periodos temporales diferentes, uno que corresponde a la fase de implementación (es decir, la fase activa del proyecto que corresponde generalmente con la fase de inversión o de financiación del proyecto), y el otro que corresponde a la fase de capitalización (es decir, un periodo donde los beneficios del proyecto están todavía presentes como consecuencia de las actividades llevadas a cabo durante la fase de implementación) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO])

Cálculo del carbono almacenado en el área de CUSTF

Para determinar el contenido de carbono y el carbono equivalente (tCO_2-e) que se presentan en el predio de CUSTF (0.9308 ha) se utilizó la herramienta Ex-Act, la cual se le definió los parámetros iniciales del proyecto, como ubicación, ecorregión, clima y tipo de suelo; se anexa memoria de cálculo (EX-ACT_V9.4.2_La_Cima.xlsb) con el modelo utilizado desarrollado por la FAO y que fue descrito previamente.

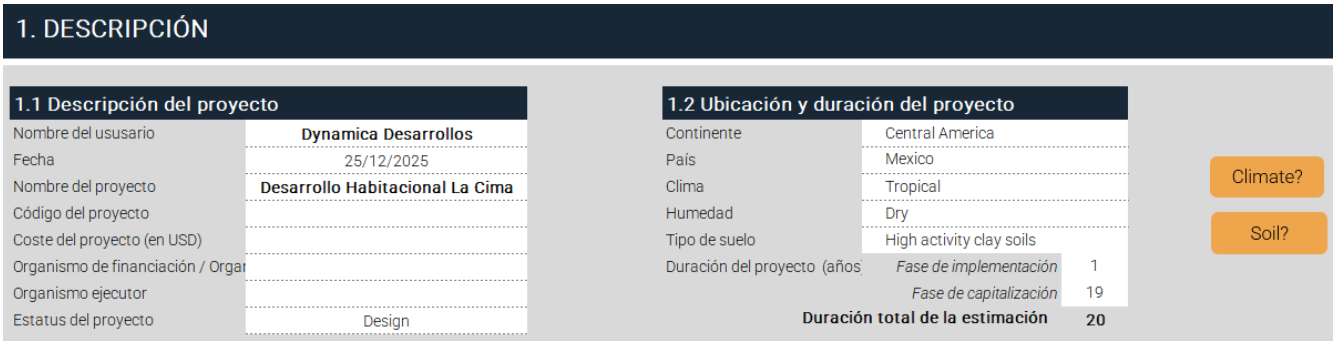


Figura 32. Parámetros iniciales del proyecto Ex - Act

El modelo de estimación del carbono contenido identifica y realiza las sumas parciales del contenido de carbono en la parte aérea, subterránea, madera muerta, hojarasca y en el suelo, esto como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO}$$

Donde:

ΔCLUi = Existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra

Los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:

AB = biomasa aérea

BB = biomasa subterránea

DW = madera muerta

LI = hojarasca

SO = suelos

Los parámetros que utiliza el sistema Ex – Act son los valores Tier-2 del IPCC 2006, estos son los valores utilizados en la última actualización de las emisiones del sector forestal, los contenidos de carbono (tC/ha) se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 43. Contenido de carbono (Tc/HA) para el bosque tropical seco

Componente	Contenido de carbono en la Selva Baja Caducifolia (Tropical dry forest) (tC/ha)	Contenido de carbono en el predio de CUSTF 0.9308 ha tC
Biomasa aérea	59.9	55.75
Biomasa subterránea	22.7	21.13
Madera muerta	9.0	8.38
Hojarasca	2.4	2.23
Suelo	21	19.55
Total	**115.0**	**107.04**

En el sistema Ex -Act se introdujo la información del tipo de vegetación que se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de igual manera el uso final de esta superficie (Other land no-vegetated), que en este caso corresponde al **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**, se introduce la superficie a ser deforestada para este caso de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, que para el proyecto corresponde a 0.9308 ha.

2.1 DEFORESTACIÓN — Si dispone de datos especificos del país, vaya al Tier 2: Tier 2

Tipo de vegetación que será deforestada	?	PMR (tDM/ha)	Uso de fuego (si/no)	Uso del suelo final Después de la deforestación: Tipo de usos de la tierra	Sistema Agroforestal	Área boscosa (ha): Inicio	Sin	*	Con	*	Área deforestada (ha): Sin	Con	Emisiones totales (tCO2-e): Sin	Con	Balance
Tropical dry forest		0	NO	Other land (non-vegetated)	Please select	1	1	I	0	D	0	0.9308	0	321	321 ▲
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
											Deforestación total		0	321	321 ▲

Figura 33. Cálculo de emisiones de tCO_2-e en el predio de CUSTF

De acuerdo con el resultado el CO_2 equivalente a ser emitido por la ejecución del proyecto corresponde a **321 tCO_2-e**, por las **0.9308 ha**, misma que será nuestro meta por compensar con el proyecto en el predio de compensación adicional y las medidas establecidas para el proyecto.

Tabla 44. Diferencia de la biomasa actual en comparativa con la superficie de CUSTF

Escenario actual E1	Escenario con CUSTF E2	*Emisión de t CO2 equivalente*
392.68	71.68	321.00

En este contexto, los bosques, la vegetación y los suelos capturan (secuestro) y acumulan (almacenamiento) reservas de carbono, a través de la fotosíntesis y otros procesos biológicos, que se expresa en toneladas de carbono por año por un área determinada (tC/ha/año) (Horlings, *et al*., 2019a). Este secuestro y almacenamiento de carbono puede considerarse entonces un servicio de los ecosistemas a las actividades económicas y humanas al reducir los impactos negativos del cambio climático.

El servicio general de carbono del ecosistema corresponde, en primer lugar, al servicio de almacenamiento de carbono en los árboles, pasto, plantas, vegetación y suelos que corresponde a la retención o al flujo evitado de carbono en la atmósfera como consecuencia de mantener el stock de carbono secuestrado (SEEA-EEA, 2014) y, en segundo lugar, al servicio de secuestro de carbono que corresponde al proceso donde el CO_2 es capturado de la atmósfera y almacenado en boques, vegetación y suelos y que representa la acumulación neta de carbono en el ecosistema (SEEA-EEA, 2014). Este proceso de secuestro y almacenamiento de carbono contribuye a regular el clima y a atender entonces el desafío del cambio climático. De este modo, el secuestro y almacenamiento de carbono se consideran servicios regulatorios finales o finales/intermedios del ecosistema que contribuyen a reducirlos potenciales efectos negativos del cambio climático (*Technical Recommendations*, 2014, Horlings, *et al*., 2019a).

La estimación del valor monetario del servicio de carbono debe considerarlos siguientes puntos:

1. El almacenamiento y el secuestro de carbono son servicios diferenciados[6] (EEA-SEEA,2014). El almacenamiento de carbono corresponde al carbono que se mantiene como acervo en el ecosistema y el secuestro de carbono corresponde a la acumulación neta de carbono en un periodo determinado, generalmente de un año, en los ecosistemas y que corresponde al cambio neto en los niveles de almacenamiento de carbono en el ecosistema y donde la pérdida del almacenamiento de carbono se considera una reducción del servicio (EEA-SEEA, 2014). De este modo, existe una potencial relación asimétrica entre el servicio de almacenamiento y de secuestro de carbono en la medida en que un alto nivel de almacenamiento de carbono puede implicar una baja capacidad para el secuestro de carbono y viceversa.

2. El almacenamiento y el secuestro de carbono se consideran servicios conjuntos que no son independientes. Así, el secuestro de carbono se considera un servicio de regulación final y el almacenamiento de carbono un servicio de regulación final o intermedio que puede ser también un indicador de condición del ecosistema (Edens, *et al*., 2019).
3. La valoración del servicio de almacenamiento y/o secuestro de carbono requiere definir el precio de la tonelada de CO2e. Sin embargo, actualmente, los precios de la tonelada deCO_2e son, en muchos casos, mercados regulados o inexistentes (*World Bank*, *et al.*, 2017). Por ello, se utilizan diversos métodos para identificar el precio de la tonelada deCO_2e en donde destacan:

En este estudio se utiliza el costo social del carbono (CSC) que tiene una relación directa con el servicio de capturar una tonelada de carbono de la atmósfera y con el almacenamiento de carbono. Ello permite considerar a ambos, el almacenamiento y el secuestro de carbono, como parte del servicio del ecosistema. Actualmente, existen una gran diversidad de estimaciones del CSC y una amplia literatura de resúmenes y metaanálisis de estas estimaciones que busca identificar el precio de la tonelada de carbono (Norhaus y Moffa, 2017, Moore y Diaz, 2015, Howard y Steiner, 2017 y Alatorre, *et al*., 2019).

En este estudio se utiliza el precio estimado de US$25/tCO2e derivado del meta-análisis de Alatorre, *et al*., (2019) (Cuadro 1)

Cuadro 1. Estimaciones del Costo Social del carbono (CSC) con un metaanálisis: efectos aleatorios

Parámetro	Total	Tasa 1	Tasa 2	Tasa 3	Tasa 4
M	$25.83	$100.63	$16.47	$30.14	$6.29
Intervalo de confianza	[24.99-26.67]	[42.96-158.30]	[15.72-17.22]	[17.15-43.18]	[4.08-8.50]
Pruebas de heterogeneidad					
τ^2	3.25***	0.0003***	1.71***	421.7***	0.00
Q-stat	37 477***	9 914***	19 520***	2 131***	14.03
I^2	0.99***	0.99***	0.99***	0.97***	0.00
N	232	62	75	58	31

Nota: *** denota rechazo de la hipótesis nula con un 99% de confianza. Q-Stat se refiere al estadístico Q de la prueba de homogeneidad (Cooper, *et al*., 1994), I^2 mide la proporción de la variación total que se debe a la heterogeneidad (Cooper, *et al*., 1994) y N representa el número de estudios de la muestra. H0: Todos los estudios en la muestra comparten una media poblacional común. La Tasa 1 corresponde a tasas de descuento entre 0 y 0.3%, la Tasa 2 corresponde a tasas de descuento ente 1 y 1.5%, la tasa 3 corresponde a tasas de 2% a 3.5% y la Tasa 4 corresponde a tasas de descuento superiores al 4%. Los resultados están referidos en USD. En los intervalos sin tasas no existen estudios identificados. Fuente: Alatorre, *et al*., (2019).

Asimismo, debe considerarse que el almacenamiento de carbono en los suelos puede contribuir a otros servicios de los ecosistemas, por ejemplo, puede contribuir a elevar la productividad agrícola al mejorar la fertilidad y calidad del suelo y su capacidad de retención de humedad y nutrientes. Estos servicios no son considerados en este estudio.

El Mercado de carbono capturado en bosques y selvas se define en dólares por tonelada de carbono capturado. El valor económico de cada tonelada de carbono depende de los costos marginales del cambio climático, mismos que son muy difíciles de estimar dado que esto requiere una enorme cantidad de proyecciones y supuestos.

De acuerdo con los parámetros estimados, se obtiene la siguiente estimación por el cambio de uso de suelo forestal:

- Área de cambio de uso de suelo forestal: **0.9308 hectáreas**

- Potencial de emisión de carbono por el CUSTF en Ton de CO_2e **321**
- Valor de la Ton de CO_2e estimada: $ 25 dlls por t de C (propuesto por Alatorre, *et al*., (2019))
- Valoración económica estimada Total en el área del proyecto: **US $ 8,025**

Si se considera una tasa de cambio de **$20.00 pesos** se tiene un valor estimado por la captura de carbono de **$ 160,500.00** por el área sujeta a CUSTF.

Es importante mencionar que hasta la fecha ha sido difícil estimar el valor de mercado de cualquier proyecto debido a que se desconoce la demanda, la cual depende en gran medida de los compromisos hechos por los diferentes países o por distintas organizaciones y más aún en tipos de vegetación arbustiva o herbácea como es el caso.

Evidentemente la determinación del valor por el lado de la oferta implica una enorme diferencia entre países y regiones, el costo de oportunidad del uso del suelo alternativo, tecnologías de manejo y conservación de los recursos, la abundancia y la calidad de los productos, esto hace que se determine el riesgo de un proyecto de captura de carbono.

Por lo tanto, es muy importante considerar diferentes alternativas de uso del suelo antes de destinar una superficie a la producción de carbono, sobre todo porque estos proyectos son de largo plazo. Considerando el valor del aprovechamiento del sitio para el establecimiento del proyecto, tiene un valor mayor que el considerar la zona para proyectos de captura de carbono.

Servicios hidrológicos

La captura de agua se calcula mediante la infiltración que provoca la masa arbolada, propiciando la recarga de los mantos acuíferos. Estos cálculos se pueden realizar de diversas maneras, por lo que se realizaron las siguientes estimaciones.

De acuerdo al análisis realizado y descrito en el capítulo IV de este DTU (en el subcapítulo de los servicios ambientales que se pudieran poner en riesgo), en el cual de detalló la cuantificación de las tasas de infiltración o recargar para el área del proyecto, mediante el uso del balance hídrico, de donde se obtuvo que en las **0.9308 ha** de terrenos forestales propuestas para cambio de uso de suelo **se tiene una capacidad de infiltración actual sin proyecto de 2,365 m^3/año y con la ejecución del proyecto se tiene una infiltración de 1,614 m^3/año, se tiene una pérdida de la capacidad de infiltración de 751 m^3/año.**

Los precios del agua en promedio a los usuarios residenciales para un usuario urbano medio publicado para Colima en el año 2025 el costo promedio por metro cúbico, estimando un valor para un uso residencial es de **$ 224.04 por cada metro cúbico**, valor que se toma como referencia para estimar el precio del agua en la zona, por lo que para la superficie del proyecto donde se tiene una pérdida en la infiltración actualmente de **751 m^3/año,** se tiene un valor económico estimado de **$ 168,254.04/año** por el área del proyecto, que como consecuencia es el costo económico del agua en el área del proyecto.

Tabla 45. Estimación de la pérdida de servicios hidrológicos por tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	Superficie (Ha)	Disminución en infiltración (m^3/año)	Valor por m^3 de agua	Valor total (pesos)
Selva Baja Caducifolia	0.9308	751	$224.04	$168,254.04
Total	**0.9308**	**751**		**$168,254.04**

Valor del reemplazo del suelo

La naturaleza dinámica de los ecosistemas impide reconstruir con exactitud las características que presentaban los suelos antes del deterioro, además que la formación de un suelo lleva una gran cantidad de tiempo su formación.

De acuerdo con lo estimado en el capítulo IV, con la ejecución del proyecto se tiene un incremento en la pérdida de suelo de **14.71 toneladas por año** en la superficie de **0.9308 hectáreas** provocadas por la erosión hídrica.

Conforme a las estadísticas del año 2018 de la producción forestal nacional (Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018, SEMARNAT) se tiene que el valor promedio en el estado de Colima de la tonelada de tierra de monte es de **$1,250/ton**, que sería el valor tomado como referencia para estimar la pérdida de suelo en el área del proyecto que se encuentra en **14.71 toneladas**, por lo que el valor de reemplazo del suelo sería de **$ 18,387.5 m.n.** en la superficie del proyecto.

II.2.8.6 Estimación Económica Total De Los Recursos Biológicos Por Afectar

En la tabla siguiente se muestra el costo total de los recursos biológicos forestales del área sujeta a CUSTF de acuerdo con la estimación económica de los individuos de flora y fauna que se encuentran en el área, así como sus servicios ambientales.

Tabla 46. Resumen del valor económico de los recursos biológicos forestales en el área de proyecto

Bienes y Servicios	Estimación económica	Restricciones
Madera en Rollo (asierre)	$740.00	Poco volumen a aprovechar por lo que no es rentable su extracción
Madera para leña	$5,636.48	Especies potenciales para su aprovechamiento, pero debido a la dimensión del proyecto es poco volumen a aprovechar lo que no hace rentable su extracción
Madera para postes	$3,528.00	Especies potenciales para su aprovechamiento de manera muy local
Forrajeras	$1,861.60	Bajos rendimientos por lo que se realiza de manera local
Ecológico	$209,480.00	Valor por unidad, considerando la totalidad de individuos a ser removidos
Alimento	$16,750.00	No se cuenta con la cantidad necesaria de individuos que puedan satisfacer la demanda del mercado.
Medicinal	$5,740.00	Requiere de la especialización y años para obtener la producción máxima de cada individuo.
Fauna	$74,590.00	Estimación de acuerdo a precios en la región

Bienes y Servicios	Estimación económica	Restricciones
Captura de carbono	$160,500.00	Tipo de vegetación con escasas posibilidades de mercados de captura de carbono.
Servicios hidrológicos	$168,254.04	No se encuentra en zona de recarga
Valor de reemplazo del suelo	$18,387.50	Por sus características sería difícil su comercialización
Total	**$665,467.62**	

De la valoración anterior es por un producto o un servicio con un valor de comercialización por un año (única vez), sin embargo, algunos servicios, como los ambientales, su valoración es anual, como el de servicios hidrológicos que la estimación fue en base a los metros cúbicos que se dejarían de infiltrar anualmente o el valor de reemplazo del suelo el cual fue con el ton/año que se incrementarían por el proyecto. Bajo este contexto es necesario hacer un análisis por un periodo mínimo de 5 años considerando aquellos productos o servicios que se pueden comercializar anualmente y aquellos son de por única vez como el caso de la madera en rollo, leña y postes ya que el volumen no puede ser comercializado anualmente al vender las existencias totales y no el incremento anual. Para entender qué productos prestan un servicio o un bien anualmente o por una única vez se presenta la siguiente tabla.

Tabla 47. Características del producto o bien prestado por el área forestal

Bienes y Servicios	Tipo de aprovechamiento	Justificación
Madera en Rollo (asierre)	Por única vez	La valoración fue en las existencias totales y no en su incremento por lo que no es posible la continuación de este valor anualmente
Madera para leña	Por única vez	La valoración fue en las existencias totales y no en su incremento por lo que no es posible la continuación de este valor anualmente
Madera para postes	Por única vez	La valoración fue en las existencias totales y no en su incremento por lo que no es posible la continuación de este valor anualmente
Forrajeras	Anualmente	La renta de las áreas forestales para alimento de ganado es anual
Ecológico	Por única vez	La valoración fue en las existencias totales por lo que no es posible la continuación de este valor anualmente
Alimento	Anualmente	Los productos a obtener serían anualmente al aprovechar un producto de la vegetación y esta se renueva anualmente
Medicinal	Anualmente	Los productos a obtener serían anualmente al aprovechar un producto de la vegetación y esta se renueva anualmente, en el mejor de los casos
Fauna	Por única vez	Al considerar las existencias totales no es posible su venta anualmente de este recurso
Captura de carbono	Por única vez	Aunque su prestación de este servicio es anual su valoración fue en las existencias por ha y su valor de acuerdo a la literatura consultada considera el

Bienes y Servicios	Tipo de aprovechamiento	Justificación
		volumen existente en su totalidad y no de los incrementos a causa de la captura del carbono
Servicios hidrológicos	Anualmente	Este servicio fue valorado anualmente por lo que su valor real es por año
Valor de reemplazo del suelo	Anualmente	Este servicio fue valorado anualmente por lo que su valor real es por año

Considerando el valor de los productos o servicios prestados se evaluó el valor de estos por un periodo de 5 años considerando que estos sean repuestos por el predio de compensación adicional en su totalidad en este periodo por lo que estos servicios no están comprometidos dentro del Sistema Ambiental.

Tabla 48. Valor económico de los productos o bienes y servicios prestados por el área forestal

Bienes y Servicios	Estimación económica	Años de valoración	Valor del bien o servicio prestado
Madera en Rollo (asierre)	$740.00	1	$740.00
Madera para leña	$5,636.48	1	$5,636.48
Madera para postes	$3,528.00	1	$3,528.00
Forrajeras	$1,861.60	5	$9,308.00
Ecológico	$209,480.00	1	$209,480.00
Alimento	$16,750.00	5	$83,750.00
Medicinal	$5,740.00	5	$28,700.00
Fauna	$74,590.00	1	$74,590.00
Captura de carbono	$160,500.00	1	$160,500.00
Servicios hidrológicos	$168,254.04	5	$841,270.20
Valor de reemplazo del suelo	$18,387.50	5	$91,937.50
Total	**$665,467.62**		**$1,509,440.18**

Con lo anterior, la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima** durante un periodo de 5 años es de **$ 1,509,440.18.**

Finalmente, los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto tienen un valor ecológico ambiental, siendo el potencial del suelo para producir especies vegetales que soportan la cadena alimenticia de los sistemas naturales. Por otra parte, una cubierta vegetal sana y densa protege al suelo de los procesos de erosión acelerada, dándole estabilidad y una vez que se deposita materia orgánica de las estructuras vegetales al suelo, este va incrementando su capacidad productiva y de infiltración del agua de lluvia, siendo estos los procesos fundamentalmente de los ecosistemas.

II.2.8.7 Beneficios De Mantener Ecosistemas Forestales

De acuerdo al artículo 7 fracción XLVI de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable vigente comprende como *recursos biológicos forestales; las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas para la investigación;*

De acuerdo con la anterior definición se hace una aproximación a su valoración basándose en el artículo de Caballero K. y Rojas E. (2009)

Identificación de los beneficios

La biodiversidad es muy difícil de definir, y mucho más aun medirla. En vista de estas dificultades, no resulta sorpréndete que la estimación de su valor sea muy complicada. Un primer paso es la descomposición de los muchos beneficios que proporciona la biodiversidad. Sin embargo, un creciente número de documentos de investigación (Bishop et al., 2008) muestran la forma en que la biodiversidad aumenta la productividad económica en una serie de sectores, mejora nuestro disfrute directo de la naturaleza, reduce riesgos ecológicos y de salud, y aumenta la capacidad de resistencia frente a diversos shocks. Así, al conservar la biodiversidad, se aseguran los servicios de los ecosistemas en los que se basan todas las economías.

A pesar de la importancia socio-económica que tiene biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, sus valores no se reflejan en las actuales políticas económicas y de desarrollo, o en las decisiones de inversión y consumo privados. Podemos entender que muchos problemas ambientales se dan por la ausencia de un mercado para los servicios eco-sistémicos en cuestión o la carencia de regulaciones adecuadas. En el mercado, los precios son determinados por la interacción entre la oferta y la demanda, pero si no existe ningún mercado entonces no es posible conocer la demanda de servicios eco-sistémicos. En este contexto, es factible que los servicios eco-sistémicos sean sobreexplotados.

La biodiversidad se define como la variabilidad de organismos vivos, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (CBD, 1992). En términos cuantitativos la biodiversidad se aproxima normalmente través de alguna función de diversidad (Solow, et al., 1992 y Weitzman, 1992) que puede construirse en términos de la distancia genética entre especies y donde es común utilizar diversos índices1 (Brock y Xepapadeas, 2003) asociados a la riqueza o número de especies y a la uniformidad que se refiere a la distribución de especies por área determinada.

Tabla 49. Clasificación de la biodiversidad

Tipo de diversidad	Expresión física
Gen	Genes, nucleótidos, cromosomas, individuos
Especie	Reino, *phyla*, familias, géneros, subespecies, poblaciones
Ecosistema	Bioregiones, paisajes, hábitats

Sin embargo, el termino biodiversidad va más allá de la provisión para el bienestar material y los medios de vida, incluye seguridad, la resiliencia, relaciones sociales, la salud, y las libertades y opciones. Algunas personas se han beneficiado durante el último siglo de la conversión de ecosistemas naturales a ecosistemas agropecuarios y de la explotación de la biodiversidad. Al mismo tiempo, sin embargo, estas pérdidas en la biodiversidad y los cambios asociados en los servicios de los ecosistemas han causado a otras personas a experimentar la disminución del bienestar, con algunos grupos sociales empujados a la pobreza (MEA, 2005). La biodiversidad es esencial para los servicios ecosistémicos y, por ende, para el bienestar humano. A este conjunto de servicios se les define como los servicios ecosistémicos donde se incluye a aquellos beneficios que proporcionan los sistemas ecológicos a los hogares, comunidades y a la economía (MEA, 2005 y Daily, 1997).

Tabla 50. Servicios ecosistémicos

Servicios ecosistémicos	Descripción	Ejemplos
Funciones de soporte y estructuras: Estructuras ecológicas y funciones que son esenciales para la prestación de los servicios del ecosistema		
Ciclos de Nutrientes	Almacenamiento, tratamiento y adquisición de nutrientes dentro de la biosfera	Ciclo del nitrógeno y ciclo del fósforo
Producción Primaria neta	Conversión de la luz solar en biomasa	Crecimiento de plantas
Polinización y dispersión de semillas	Movimiento de genes de plantas	Polinización por insectos; dispersión de semillas por animales
Hábitat	Lugar físico donde residen los organismos	Refugio de especies residentes y migratorias; zonas de desove y cría
Ciclo hidrológico	Movimiento y almacenamiento de agua a través de la biosfera	Evapotranspiración; escorrentías; retención de las aguas subterráneas
Servicios de regulación El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y los sistemas de soporte de vida para el bienestar humano		
Regulación de Gas	Regulación de la composición química de la atmósfera y los océanos	Secuestro de dióxido de carbono y liberación de oxígeno; absorción vegetativa de compuestos orgánicos volátiles
Regulación del clima	Regulación de lo local a lo global de los procesos climáticos	Influencia directa de la cobertura vegetal de la temperatura, precipitación, viento, humedad
Alteración de la Regulación	Amortiguador de las fluctuaciones del medio ambiente y las perturbaciones	protección de marejadas; protección contra inundaciones
Regulación Biológica	Interacciones entre especies	Control de plagas y enfermedades; reducción de la herbivoría (daños a las cosechas)
Regulación del agua	El flujo de agua en toda la superficie del planeta	Modulación del ciclo sequía – inundación, purificación de agua
Retención de suelos	Control de la erosión y la retención de sedimentos	Prevención de la pérdida de suelos por el viento y la escorrentía; evitar la acumulación de sedimentos en lagos y humedales.
Regulación de Residuos	Eliminación o interrupción de los componentes no nutrientes y materiales	desintoxicación de contaminación; reducción de la contaminación acústica
Regulación de nutrientes	Mantenimiento de los principales nutrientes dentro de límites aceptables	Prevención eutrofización prematura de los lagos; mantenimiento de la fertilidad del suelo.
Servicios de Provisión Provisión de los recursos naturales y materias primas		
Abastecimiento de agua	Filtrado, retención y almacenamiento de agua dulce	Suministro de agua dulce potable; medio de transporte; riego

Servicios ecosistémicos	Descripción	Ejemplos
Alimentos	Provisión de plantas y animales comestibles para el consumo humano	Caza y recolección de peces, frutas, animales y plantas comestibles; la agricultura de subsistencia y la acuicultura en pequeña escala
Materias primas	Construcción y fabricación; de combustible y energía; suelos y fertilizantes	Madera; pieles, fibras vegetales, aceites, tintes, leña, materia orgánica (por ejemplo, la turba) la tierra vegetal; hojas; basura; excrementos.
Recursos genéticos	Recursos genéticos	Genes para mejorar la resistencia de cultivos a plagas y agentes patógenos, y otras aplicaciones comerciales
Recursos medicinales	Substancias biológicas y químicas para su uso en medicamentos y productos farmacéuticos	Quinina; equinácea
Recursos Ornamentales	Recursos para la moda, artesanía, joyería, mascotas, culto, decoración y regalos locales	Plumas decorativas utilizadas en trajes; conchas para joyería
Servicios culturales Mejora emocional, psicológica y bienestar cognitivo		
Recreación	Oportunidades para el descanso y recreación	Ecoturismo; observación de aves, deportes al aire libre
Estética	Disfrute sensorial, funcionamiento de los sistemas ecológicos	La proximidad de viviendas a paisajes; espacio abierto
La ciencia y la educación	El uso de los espacios naturales para fines científicos y educativos.	Un “laboratorio de campo natural” y área de referencia
Espiritual e histórico	Información histórica o espiritual	El uso de la naturaleza como símbolos nacionales; paisajes naturales con un peso significativo en los valores religiosos

Fuente: Constanza *et al*., 1998.

Estos servicios resultan múltiples e incluyen aspectos tan diversos como protección y conservación del suelo y del agua, turismo y recreación, captura de carbono, regulación de nutrientes entre otros. En este sentido la biodiversidad constituye la base de los ecosistemas que a través de los servicios que proveen afectan el bienestar social. De esta forma los cambios en la biodiversidad tienen efectos directos en los servicios ecosistémicos, que a su vez generan cambios en el bienestar, por ejemplo:

1. La biodiversidad influye en el clima a escala local, regional y mundial, por lo que los cambios en el uso y cobertura del suelo que alteran la biodiversidad pueden afectar el clima.
2. La biodiversidad afecta a la retención de carbono principalmente a través de sus efectos sobre especies características, que determinan cuánto carbono es absorbido de la atmósfera (asimilación) y cuánto se libera en él (descomposición y combustión).
3. El mantenimiento de control natural de plagas beneficia la seguridad alimentaria, los ingresos de los hogares rurales, y los ingresos nacionales de muchos países, depende en gran medida de la biodiversidad.

Valoración económica

Con el fin de desarrollar una perspectiva en la valoración de la biodiversidad, y en consecuencia de los servicios ecosistémicos, es necesario, proporcionar una discusión clara de lo que significa el valor y el papel de la "valoración" en la formulación de políticas ambientales. En este sentido, las cuestiones ambientales y los ecosistemas han sido el centro de muchos debates recientes sobre el valor filosófico (NRC, 2004).

Fundamentalmente, estos debates sobre el valor de los ecosistemas se derivan de dos puntos de vista. El primero, los valores de los ecosistemas y sus servicios no son antropocéntricos y que las especies no humanas tienen derechos en sí mismos. El otro, que incluye el enfoque económico de la valoración, es que todos los valores son antropocéntricos. Sin embargo, se reconoce que todas las formas de valor en última instancia, puede contribuir a las decisiones sobre el uso de los ecosistemas, la preservación, o la restauración.

En este nivel, el medio natural constituye un gran obstáculo en la aplicación del criterio de racionalidad de costo-beneficio tradicionales: algunos bienes y servicios ambientales prestados a la comunidad no son intercambiados en un mercado, la ausencia de un indicador del valor del medio ambiente en una forma monetaria (precios) no permite evaluar el cambio en el bienestar de las personas, resultantes de una modificación en la calidad del medio ambiente.

El concepto de Valor Económico Total (VET) ayuda a incorporar los diversos servicios ecosistémicos, el cual reconoce explícitamente que el valor económico de un bien o servicio se compone de diferentes partes, algunos de los cuales son tangibles y se utilizan directamente, y otros son intangibles o muy remotos. Los valores de uso se refieren al valor de los servicios ecosistémicos que son usados para propósitos de consumo y producción, dentro de los que se incluyen servicios tangibles e intangibles que son usados directa e indirectamente o que tienen potencial de usos futuros. Los valores de no uso reflejan los beneficios que se derivan de la existencia de los activos ambientales per se (valor intrínseco), para el placer de los demás (altruismo) o para las futuras generaciones (valor de legado).

1. El valor directo que corresponde los beneficios directos que surgen del uso/extracción de un servicio ecosistémico.
2. El valor indirecto los beneficios indirectos de diferentes tipos de funciones ecológicas, que se obtienen de manera individual o conjunta, pero que raramente se intercambian en el mercado (Allen y Loomis, 2006).
3. El valor de opción es el precio que los individuos están dispuestos a pagar por la conservación de un elemento en la perspectiva de su posible uso en el futuro (Weisbrod, 1964).
4. Valor de existencia corresponde a la satisfacción de una sociedad que obtiene de saber que un elemento del ambiente (una especie, un sitio) será preservado (Krutilla, 1967).
5. Valor de legado que corresponde al valor de preservar el bien para disfrute o uso de las próximas generaciones.

El uso del marco de VET ayuda a proporcionar una lista de los posibles impactos y efectos que deben tenerse en cuenta en la valoración de los servicios de los ecosistemas y debe ser tan completa como sea posible. Por su naturaleza, la valoración económica se refiere a la cuantificación de los valores basados en una métrica común,

normalmente monetaria, la cual permite la medición de los costos o beneficios asociados con los cambios en los servicios de los ecosistemas.

Tabla 51. Valor económico de la biodiversidad

Funciones del ecosistema (bienes y servicios asociados)	Rango de valores monetarios en Dlls por ha	Valor promedio
Funciones de regulación		
1. Regulación del gas	**7 - 265**	136
2. Regulación del clima	**88 - 223**	199.5
3. Regulación de disturbios	**2 - 7,240**	3,622
4. Regulación del agua	**2 - 5,445**	2,723.5
5. Abastecimiento de agua	**3 - 7,600**	3,803
6. Retención del suelo	**29 - 245**	137
7. Formación del suelo	**1 - 10**	5.5
8. Regulación de nutrientes	**87- 21,100**	10,593.5
9. Tratamiento de desperdicios	**58 - 6,696**	3,377
10. Polinización	**14 - 25**	26.5
11. Control Biológico	**2 - 78**	40
Funciones de soporte		
12. Función de refugio	**3 -1,523**	763
13. Función de vivero	**142 - 195**	168.5
Funciones de provisión		
14. Alimento	**6 - 2,761**	1,383.5
15. Materia prima	**6 - 1,014**	510
16. Recursos genéticos	**6 - 112**	59
17. Recursos ornamentales	**3 - 145**	74
Funciones de información		
18. Información estética	**7 - 1,760**	883.5
19. Recreación y turismo	**2 – 6,000**	3,002
20. Insp. Cultural y artística		
21. Inf. Espiritual e histórica	**1 - 25**	13
22. Ciencia y educación		
Suma del valor por ha		**31,520**

Los valores en dólares están basados en Constanza et al. (1998)

De acuerdo con la valoración económica de la biodiversidad se tiene que en promedio una hectárea es de 31,520 dólares americanos si lo multiplicamos por la superficie de CUSTF 0.9308 ha el valor de la biodiversidad es 29,338.816 USD a una tasa actual de 20 pesos; el valor económico de estos recursos o componentes y sus servicios ecosistémicos es de 586,776.32 pesos valor muy cercano al valor estimado previamente.

II.2.9 OPERACIÓN Y MANTEMIENTO

Una vez que se concluya la etapa de Preparación del sitio y Construcción se procederá a iniciar la etapa de Operación del **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**

La etapa de operación inicia una vez concluidas las obras, obtenidas las autorizaciones aplicables y realizada la entrega del inmueble. Comprende las actividades asociadas a la comercialización, ocupación, uso cotidiano y mantenimiento de las dos torres de departamentos y sus áreas comunes. En esta fase no se consideran trabajos

de construcción mayor; las acciones se enfocan en la administración del condominio, la prestación de servicios, la conservación de infraestructura y la atención a usuarios.

Tabla 52. Cronograma de actividades de la Operación del proyecto

Etapa General	Sub-etapa	Actividad/Obra del proyecto	Semestre										Años	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	…	50
Operación y mantenimiento	Comercialización	Comercialización y Ocupación de viviendas												
		Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes												

Se considera como principal actividad del promovente la venta de los 117 departamentos de torres que serán construidos en las dos torres.

Durante la operación se llevarán a cabo actividades de promoción, venta y/o renta de los departamentos, incluyendo: atención a clientes, visitas guiadas, firma de contratos, procesos notariales, integración de expedientes, entrega de manuales del usuario y reglamento interno, así como la organización de asambleas para la constitución formal del régimen de condominio y su administración. La comercialización podrá incluir venta directa, intermediación inmobiliaria o esquemas mixtos (venta y renta). La entrega de unidades se realizará de manera programada por etapas, con levantamiento de actas de entrega-recepción, verificación de instalaciones (eléctrica, hidráulica, sanitaria, gas en su caso) y capacitación básica al usuario sobre el uso eficiente del agua y energía, así como el manejo de residuos.

Aspectos ambientales asociados: incremento gradual de presencia humana, consumo de agua y energía, generación de residuos sólidos urbanos y aguas residuales conforme aumente la ocupación.

La operación cotidiana será gestionada por una administración condominal (contratada), responsable de coordinar proveedores, servicios y cumplimiento del reglamento interno. Las actividades típicas incluyen: control de accesos y vigilancia, atención a reportes de usuarios, administración de cuotas de mantenimiento, supervisión de áreas comunes y coordinación de servicios (recolección de residuos, limpieza, jardinería, fumigación preventiva, mantenimiento de elevadores, equipos de bombeo y sistemas contra incendio, entre otros).

Mantenimiento preventivo y correctivo

El mantenimiento se orienta a conservar la funcionalidad y seguridad de las torres y áreas comunes mediante programas preventivos y correctivos (por fallas o desgaste). Se consideran, entre otras, las siguientes acciones:

- **Infraestructura hidráulica y sanitaria:** inspección y reparación de tuberías, válvulas y accesorios; revisión de cisternas/tinacos, bombas y presurización; limpieza periódica de depósitos; detección y corrección de fugas.
- **Aguas residuales:** operación conforme a la conexión a red municipal, con revisiones para evitar fugas, malos olores o descargas fuera de especificación.
- **Energía y alumbrado:** mantenimiento de tableros, luminarias en áreas comunes, sistemas de emergencia, sustitución de equipos por eficiencia, y revisión de puestas a tierra.
- **Elevadores y equipos electromecánicos:** mantenimiento por proveedores certificados (revisión de seguridad, lubricación, ajuste, refacciones).

- **Sistemas contra incendio y seguridad:** inspección de gabinetes, extintores, detectores, alarmas, hidrantes, bombas y señalización.
- **Estructura y acabados:** reparaciones menores (sellos, juntas, pintura, impermeabilización, fisuras superficiales), mantenimiento de barandales, puertas, cancelería y cristales.
- **Áreas exteriores y paisajismo:** riego y poda, reposición de plantas, control de plagas de jardinería, mantenimiento de drenajes pluviales y limpieza de rejillas para prevenir encharcamientos.
- **Residuos:** operación de área de almacenamiento temporal, separación básica (si aplica), recolección por servicio municipal/contratado y disposición conforme a normativa local.

Manejo de residuos y control de emisiones en operación

Durante la operación se generarán principalmente residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos) y, en menor medida, residuos de mantenimiento. El desarrollo contará con un área destinada al acopio temporal y rutas internas de recolección, promoviendo separación básica cuando sea viable. El manejo de olores, lixiviados y fauna nociva se controlará mediante contenedores cerrados, limpieza periódica y disposición oportuna. Las emisiones atmosféricas directas serán limitadas, asociadas principalmente a vehículos de residentes, visitantes y proveedores.

Seguridad, contingencias y atención a emergencias

Como parte de la operación se implementará un esquema de protección civil con señalización, rutas de evacuación, puntos de reunión, equipos contra incendio vigentes, y protocolos ante sismos, incendios, fugas de gas, derrames menores (aceites/combustibles en estacionamientos) y eventos meteorológicos extremos.

II.2.10 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES

Dada la naturaleza del proyecto, no se tiene contempla ejecutar la etapa de abandono del sitio del proyecto considerando el mantenimiento de la infraestructura y los departamentos.

II.2.11 PROGRAMA DE TRABAJO

En esta sección se presenta el programa de trabajo correspondiente a las actividades, de forma calendarizada, considerando también los tiempos para el cumplimiento de las medidas ambientales de restauración propuestas en el presente estudio. Las actividades del proyecto se ejecutarán en un periodo de **36 meses**, el despalme y desmonte se realizará de forma gradual en un periodo de **18 meses (1.5 años)**, la etapa de **Construcción 36 meses** la etapa de Operación y mantenimiento tendrá un periodo de duración de **permanente**.

Tabla 53. Cronograma general del proyecto

Cronograma **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
Preparación del sitio	Obras preliminares	Deslinde y señalización de áreas del proyecto												
		Limpieza de basura del terreno												
	Medidas de mitigación preventivas	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna												

Cronograma Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
		Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora												
	Ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales	Derribo de vegetación												
		Despalme del suelo												
Etapa de Construcción	Trazo de obras de construcción de terracerías y plataformas	Trazo de las obras y edificaciones												
		Nivelación topográfica												
		Vialidades												
	Obras y actividades provisionales	Habilitación de bodega temporal de materiales												
		Comedor de trabajadores												
		Oficinas móviles												
		Sanitarios portátiles												
	Construcción y obra civil	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda												
		Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).												
		Construcción de obra civil de las torres												
		Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.												
		Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.												
		Señalética y mobiliario urbano.												
		Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas												
Operación y mantenimiento	Comercialización	Comercialización y Ocupación de viviendas												
		Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes												
		Reforestación de áreas verdes												

Cronograma **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**													
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
Medidas de mitigación / compensación	Medidas internas (dentro del predio)	Señalización de temas ambientales												
		Manejo de residuos												
	Medidas externas	Reforestación del predio de compensación												
		Obras de conservación de suelo y agua												

Cabe mencionar que el proyecto dará inicio una vez obtenidas todas las autorizaciones correspondientes. A partir del tercer semestre darán inicio las actividades de reforestación del proyecto.

II.2.12 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la gestión integral de residuos se integra por las acciones normativas, operativas, financieras, administrativas, y sociales para el manejo, que va desde la generación hasta su disposición final. De acuerdo con la misma Ley, los residuos se clasifican de la siguiente manera:

1. **Residuos de manejo especial:** generados en los procesos productivos que no cumplen con las características de peligrosos o de sólidos urbanos.
2. **Residuos sólidos urbanos:** son los generados en casas habitación, resultante de los materiales de las actividades domésticas, productos que consumen y de sus envases o empaques.
3. **Residuos peligrosos:** poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contenga algún agente infecciones.

Emisiones

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmosfera, señala que las **emisiones** son las descargas directas o indirectas a la atmosfera de toda sustancia, en cualquiera de sus estados física o de energía.

Aguas residuales

La Ley de Aguas Nacionales señala que las **aguas residuales** son de composición variada, provenientes de las descargas de usos públicos urbanos, doméstico, industrial, comercial, agropecuarios, y en general cualquier uso. Particularmente el Reglamento de dicha Ley, establece que el uso doméstico es el agua destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y, que no constituya un uso lucrativo.

Tabla 54. Identificación de los residuos a generar en las distintas etapas del proyecto

Etapa/ Residuos	Sólidos urbanos	Manejo especial	Residuos peligrosos	Aguas residuales	Emisiones a la atmósfera
Preparación del sitio	x	x	x	x	x
Construcción	x	x	x	x	x
Operación	x	x	-	x	-
Abandono del sitio	-	-	-	-	-

II.2.13 RESIDUOS

Tal como se ha descrito previamente, el proyecto consiste principalmente en la construcción de un Fraccionamiento habitacional. A lo largo del desarrollo del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos por la presencia de los trabajadores; así mimo, residuos de manejo especial, y residuos peligrosos por las actividades inherentes al mantenimiento de la maquinaria (fuera del sitio del proyecto).

Tabla 55. Descripción de manejo de residuos

Residuos	Descripción de manejo
Sólidos urbanos	Durante las etapas del Fraccionamiento que se tenga presencia trabajadores se generarán este tipo de RSU. Teniendo en cuenta que, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción se tendrán alrededor de 25 trabajadores en el sitio, es posible calcular una generación de menos de 750 kg/ al mes de RSU. Durante la Operación del proyecto, es decir, durante la comercialización de lotes, se puede calcular una generación máxima de hasta 6000 kg/ al mes de RSU**.** Cada semana, los residuos sólidos urbanos serán transportados al Relleno sanitario municipal en un vehículo propio del proyecto. Se implementará un programa para la separación de los residuos reciclables (PET/ cartón/ aluminio /vidrio) para ser entregados a empresas recicladoras y con esto reducir el volumen de residuos.
Residuos de manejo especial	Considerando que son los generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o se prevé la generación de residuos y materiales pétreos de las actividades de desmonte y despalme serán utilizados en el mismo proyecto. Los residuos de la urbanización como metales, concreto, gravas, aluminio, plásticos y material proveniente de la construcción que se generen se dispondrán en el sitio que esté autorizado por la autoridad municipal. En los casos que sea posible se debe de priorizar el reciclaje de RSU y en última instancia la disposición final.
Residuos Peligrosos	Los **residuos peligrosos** (RP) se generarán por el mantenimiento de la maquinaria que consiste en el cambio de aceite y filtros. Se calcula que por el mantenimiento de esta maquinara se pueden generar 500 kg de RP/mes. Cabe señalar que, por **cuestiones de logística y economía, el mantenimiento de la maquinaria no se llevará en el sitio del proyecto, sino fuera el sitio del proyecto aprovechando la cercanía del proyecto a talleres de mantenimiento dentro de Manzanillo.**
Emisiones a la atmósfera	Principalmente las emisiones a la atmosfera provendrán de la maquinaria pesada que se utiliza para la conformación de plataformas y trazado de vialidades. Estas emisiones se mitigan con el mantenimiento adecuado (cambio de aceite y filtros), por lo que se tendrá una Bitácora del mantenimiento de la maquinaria y vehículos que se utilicen en el proyecto. El movimiento de tierra naturalmente generará emisiones de partículas a la atmosfera, que por sus características (tamaño) se sedimentan a corta distancia. En caso de que el material sea muy ligero y por consiguiente susceptible dispersarse se realizará un riego periódico del suelo, con el fin de mitigar dichas emisiones. El ruido de la maquinaria pesada no se considera un factor de impacto considerable, debido a que es una emisión puntual e intermitente. Dada la intensidad del ruido no se prevé que el ruido sobrepase el perímetro del predio. Cabe señalar que el predio no colinda con zonas habitaciones. El promovente utilizará maquinaria reciente con lo que

Residuos	Descripción de manejo
	se asegura una mayor eficiencia energética, menores emisiones de gases y la generación de menos ruido.
Aguas Residuales	Las aguas residuales que se generen en la etapa de preparación y construcción serán provenientes de los sanitarios móviles, de las cuales una empresa prestadora de servicios se hará cargo de la recolección de las aguas residuales y su envío a tratamiento. En la etapa de operación será conectada a la red de drenaje de CAPDAM

Durante la etapa de Preparación del sito y Construcción, la generación de residuos sólidos urbanos se estima en un volumen de **9 ton/año**, tomando como base el número de trabajadores, siendo un máximo de 25 personas. Para los residuos inorgánicos y orgánicos, se contarán con contenedores separados, identificados y cerrados, los cuales serán trasladados al relleno sanitario municipal.

Los residuos peligrosos que se generarán están asociados a la operación de maquinaria pesada que incluye mantenimiento menor o preventivo, los cuales se dará el siguiente manejo en general. Cabe recalcar que estos residuos serán generados fuera del sitio (taller especializado) del proyecto, ya que no se contempla darle servicio dentro del proyecto a la maquinaría. Se calcula que por el mantenimiento de esta maquinara se pueden generar 500 kg de RP/mes.

Tabla 56. Categorización de residuos

Categoría	Tipo de residuo	Componente
Residuos Sólidos Urbanos	Residuos sólidos urbano-domésticos	Envases de plástico y latas de refresco, bolsas de plástico, restos de comida.
Residuos de Manejo Especial	Suelo	Material edáfico, producto de la remoción de la capa superficial del área de extracción.
	Vegetación	Troncos, ramas y hojarasca producto del desmonte.
	Residuos de materiales de construcción	Los residuos de la construcción como metales, aluminio, plásticos
Residuos Peligrosos	Líquidos	Aceite gastado.
	Sólidos impregnados	Grasas, estopas, filtros, cartón.

Tabla 57. Identificación de residuos generados en el proyecto

Descripción de los residuos que se pretende generar durante el desarrollo del proyecto y su manejo							
Tipo de residuos	**Peso (ton)**	**Volumen (m3)**	**Elementos o proceso genera los residuos**	**Etapa del proyecto**			**Gestión de residuos**
				Preparación del sitio	**Construcción**	**Operación/ mantenimiento**	
Sólidos urbanos	**9 ton**	-	Presencia trabajadores	**X**	**X**	**X**	Reciclado – Disposición final (Relleno sanitario)
Manejo Especial	**30 ton**	-	Residuos de urbanización/ mantenimiento	-	**X**	**X**	Reciclado – Sitio autorizado por

							município/IMADES
	35 ton	-	El material vegetal será utilizado en las obras de conservación	**X**	-	-	Interna
	-	**2,500**	El material del corte del terreno	**X**	**X**	-	Interna
Peligrosos	**12 ton**	-	Mantenimiento de la maquinaria se dará ex situ.	**X**	**X**	-	Empresa autorizada en el manejo de estos residuos RP.

*La cantidad de residuos y/o emisiones son estimados durante 36 meses hasta terminar la etapa de construcción**.**

*** Para la estimación de los residuos sólidos urbanos generados por los habitantes se tomó el valor promedio de generación per cápita (0.8 kg/hab/día)[1].**

* Los residuos de manejo especial generados en las actividades de desmonte y despalme serán utilizados para las obras de conservación de suelo.

*En los casos que sea posible se debe de priorizar el reciclaje de RSU y en última instancia la disposición final.

II.2.14 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmosfera, señala que las emisiones son las descargas directas o indirectas a la atmosfera de toda sustancia, en cualquiera de sus estados física o de energía. La emisión de contaminantes generada por los vehículos automotores de combustión interna, como lo son los camiones de carga y la misma maquinaria pesada.

Tabla 58. Emisiones directas de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (CyGEI) derivada del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles (Artículo 5, Fracción II)

Combustible	Consumo anual	Unidades	Factores de emisión			Poder calorifico	Unidades	Emisiones anuales (tCO_2eq)			Emisiones anuales (tCO_2eq)	Emisiones directas fuentes móviles (tCO_2eq)
			CO_2 (ton/MJ)	CH_4 (kg/MJ)	N_2O (kg/MJ)			CO_2	CH_4	N_2O		
Diesel	36000	Litros	0.0000741	0.0000039	0.0000039	5,650	MJ/bl	94.80	0.14	1.32	96.26	**138.08**
Gasolina	18000	Litros	0.0000693	0.000025	0.000008	5,122	MJ/bl	40.19	0.41	1.23	41.82	
Gas LP	0	m^3	0.0000631	0.000001	0.0000001	4,175	MJ/bl	-	-	-	-	
Gas Natural	0	m^3	0.0000561	0.000001	0.0000001	40,319	kJ/m3	-	-	-	-	

Tabla 59. Emisiones indirectas de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (CyGEI) derivada del consumo de energía eléctrica (Artículo 5, Fracción IV)

Proveedor	Consumo anual	Unidades	Factor de emisión (ton CO_2/kWh)	Emisiones anuales (tCO_2eq)	Emisiones indirectas Energia Eléctrica (tCO_2eq)
CFE	5000	kWh	0.454	2.27	**2.27**
Otro	0	kWh		-	

[1] SEMARNAT, 2020. Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

Emisiones TOTALES (tCO_2eq)	¿Debo reportar al RENE?
140.35	No es sujeto de reporte

*Memoria de Cálculo de las emisiones directas de gases y compuestos de efecto invernadero (CyGEI) derivada del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna. Fuente: Calculadora RENE AMDA.

Estas emisiones de gases y partículas afectan directamente a la calidad química y física del aire. En este caso, se trata de un impacto negativo de bajo impacto dado que las emisiones serán puntales y en un periodo de tiempo determinado, que conforme avance la Preparación del Sitio y Construcción del proyecto, la fuente también hará lo mismo. Estas emisiones se tienen consideradas dentro de los rangos permisibles. Así mismo, es de considerar que, estas emisiones admiten medidas preventivas para su minimización.

- **Utilizar maquinaria en óptimas condiciones de operación**
- **Maquinaria de modelo reciente.**

Capítulo III

Vinculación con los Ordenamiento Jurídicos Aplicables en Materia Ambiental y, en Su Caso, con la Regulación de Uso de Suelo.

CONTENIDO

III . VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 3
III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES 3
III.1.1 Constitución Política Mexicana 3
III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 6
Reglamento de la LGEEPA materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) 8
III.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 10
Reglamento de la LGPGIR 11
III.1.4 Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable 12
Reglamento de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable 13
III.1.5 Ley General de Vida Silvestre 14
III.1.6 Ley de Aguas Nacionales 16
III.1.7 Ley General De Cambio Climático 18
III.1.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 20
III.1.9 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 22
III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) 24
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 24
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima 31
III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Manzanillo 46
III.2.4 Programa Municipal De Ordenamiento Territorial Y Desarrollo Urbano Municipio De ManzanillO 55
III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 68
III.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) 68
III.3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad 69
III.3.2.1 Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad terrestre 69
III.3.2.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 71
III.3.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias 71
III.3.2.4 Regiones Terrestres Prioritarias 73
III.3.2.5 Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad 74
III.3.2.6 Sitios de atención prioritaria para la conservación (SAP) 75
III.3.2.7 Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR) 76
III.3.2.8 Sitio RAMSAR 77
III.3.2.9 Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad 78
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 79
III.5 OTROS INSTRUMENTOS 87
III.5.1 Convenios o Tratados Internacionales. 87
III.5.1.1 Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB) 87
III.5.1.2 Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR) 87
III.5.1.3 Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestre (Cites) 88
III.5.2 Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 88
III.5.3 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2025-2030) 91
III.5.4 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Colima 2021 - 2027 93
III.5.5 Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2024-2027 95
III.5.6 Ordenamientos Jurídicos Estatales 98
III.5.6.1 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Colima 98
III.5.6.2 Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima 98
III.5.6.3 Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima 100
III.5.6.4 Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima 101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESPECIES DE FAUNA EN CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010 MUESTREADAS EN EL AP. 16
TABLA 2. EMISIONES DIRECTAS DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (CYGEI) DERIVADA DEL CONSUMO Y OXIDACIÓN DE COMBUSTIBLES EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA EN FUENTES MÓVILES (ARTÍCULO 5, FRACCIÓN II) 20
TABLA 3. UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA DEL POEGT. 25
TABLA 4. ESTRATEGIAS DE LA UAB 119 DEL POE GENERAL DEL TERRITORIO. 25
TABLA 5. ESTRATEGIAS DE LA DE LAS UAB 119 DEL POEGT VINCULADAS CON EL PROYECTO. 25
TABLA 6. ESPECIES DE FAUNA EN CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010 MUESTREADAS EN EL AP. 26
TABLA 7. UNIDAD GESTIÓN AMBIENTAL DEL POET ESTATAL. 32
TABLA 8. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS APLICABLES. 33
TABLA 9. UNIDAD GESTIÓN AMBIENTAL DEL POET DE MANZANILLO Y APLICABLES AL PROYECTO 46
TABLA NO. III.14 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGA. 46
TABLA 10. UNIDAD GESTIÓN AMBIENTAL TERRITORIAL 3 DEL PMOTUDU. 56
TABLA 11. MODELO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL SUSTENTABLE DE LA UGAT 3 56
TABLA 12. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE LA UGAT 3. 58
TABLA 13. PRESENCIA DEL PROYECTO EN REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MÉXICO. 69
TABLA 14. PROBLEMÁTICAS DE LA RHP 25. 72
TABLA 15. NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. 80
TABLA 16. EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030 Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. 89
TABLA 17. PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. 92
TABLA 18. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE COLIMA 2021-2027 Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO. 93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LAS ÁREAS DEL PROYECTO RESPECTO A LAS UAB DEL POEGT 25
FIGURA 2. POLÍTICAS DE LAS UGAS DEL POETEC 32
FIGURA 3. UBICACIÓN DE LA UGA 58 DEL POET DEL MUNICIPAL. 54
FIGURA 4. UBICACIÓN DE LA UGAT 3 DEL PMOTUDU DE MANZANILLO. 56
FIGURA 5. USO DEL SUELO DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA UGAT 3 DEL PMOTUDU DE MANZANILLO. 65
FIGURA 6. ZONIFICACIÓN SECUNDARIA DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA UGAT 3 DEL PMOTUDU DE MANZANILLO. 66
FIGURA 7. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA UGAT 3 DEL PMOTUDU DE MANZANILLO. 67
FIGURA 8. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ANP. 68
FIGURA 9. ESCALA DE VALORACIÓN DE LOS POLÍGONOS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE. 70
FIGURA 10. SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE. 70
FIGURA 11. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES. 71
FIGURA 12. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL PROYECTO. 73
FIGURA 13. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL PROYECTO. 74
FIGURA 14. CORREDORES BIOCLIMÁTICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD RESPECTO AL PROYECTO. 75
FIGURA 15. SITIOS DE ATENCIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (SAP) Y SU UBICACIÓN RESPETO AL PROYECTO. 76
FIGURA 16. SITIOS PRIORITARIOS PARA LA RESTAURACIÓN Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL PROYECTO. 77
FIGURA 17. SITIOS RAMSAR Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL PROYECTO. 78
FIGURA 18. SITIOS PRIORITARIOS MARINOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y SU UBICACIÓN RESPECTO AL PROYECTO 79

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

Con base en las características del proyecto, en este apartado se identifican y analizan los diferentes ordenamientos jurídicos e instrumentos de planeación que ordenan el área, con el fin de observar y dar cumplimiento a los lineamientos estipulados.

III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

III.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA MEXICANA

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su **artículo 1°** establece que en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los **derechos humanos** reconocidos en esta Constitución y en los **tratados internacionales** de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.

Por su parte, el **artículo 4** señala que la mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de la familia. Específicamente en su párrafo quinto, establece que toda persona tiene **derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar**, además de que el Estado garantizará el respeto a este derecho y, que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley. En su párrafo sexto, establece que toda persona tiene derecho **al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible**. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

En su **artículo 25** señala que, corresponde al Estado dirigir el desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Relacionado con la Planeación nacional, el **artículo 26** establece lo siguiente:

A. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

   Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática y deliberativa. Mediante los mecanismos de participación que establezca la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

Por su parte, el **artículo 27** establece que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional;

Además, señala que el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Artículo 28. En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos, las condonaciones de impuestos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes. El mismo tratamiento se dará a las prohibiciones a título de protección a la industria.

Artículo 73. El Congreso tiene facultad:

> **XXIX-C.** Para expedir las leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de asentamientos humanos, con objeto de cumplir los fines previstos en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, así como en materia de movilidad y seguridad vial;
>
> **XXIX-G.** Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 115. Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

> a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;
>
> b) Alumbrado público.
>
> c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;
>
> d) Mercados y centrales de abasto.
>
> e) Panteones.
>
> f) Rastro.
>
> g) Calles, parques y jardines y su equipamiento;
>
> h) Seguridad pública, en los términos del artículo 21 de esta Constitución, policía preventiva municipal y tránsito; e
>
> i) Los demás que las Legislaturas locales determinen según las condiciones territoriales y socioeconómicas de los Municipios, así como su capacidad administrativa y financiera.

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, así como los planes en materia de movilidad y seguridad vial;

b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales; e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;

f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;

h) Intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando aquellos afecten su ámbito territorial; e

i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario en su para uso habitacional con una superficie en su primera fase de **0.9749 hectáreas** (ha), de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia que serán sujetos a CUSTF. El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo en el estado de Colima. El proyecto se desarrolla en observancia de la legislación federal, estatal y municipal aplicables, además observa los tratados internacionales con los que se relacionan.

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 presente DTU-B del proyecto es evidencia de la observancia de los **artículos 4 y 25, en el sentido de que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano y que el desarrollo del país debe de ser integral y sustentable**. En el presente estudio se describen las acciones que se llevarán a cabo, con el objeto de evitar y/o mitigar los posibles impactos ambientales resultantes del proyecto. En el presente Capítulo, el proyecto se vincula con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y sus respectivos Reglamentos. Además, en concordancia con el **artículo 26, se vincula con el Plan Nacional de Desarrollo.**

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 un desarrollo sustentable.

En cuanto al **artículo 73** que 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 el presente DTU-B es ingresado en la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Colima, 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. Relacionado con el **artículo 115**, se cuenta con el **Dictamen de vocacionamiento del Ayuntamiento de Manzanillo, además de la autorización del Programa Parcial de Urbanización (Folio UR-52, se anexa autorización)**, en sentido POSITIVO, pues se considera el área con tendencia a la creación de núcleos poblaciones, se pide la generación de un Estudio de Impacto Ambiental para de esta manera analizar el Cambio de Uso de suelo.

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.1.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

> XIII Bis.- **Ecosistemas costeros**: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.
>
> La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

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.

El **artículo 28** señala que, "la **evaluación del impacto ambiental** es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente".

Para lo cual, el mismo artículo enlista las obras y actividades que requieren previamente autorización en materia de impacto ambiental, entre las que se encuentran:

> VII.- **Cambios de uso del suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas.
> IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten **los ecosistemas costeros**.
> X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

Por su parte, en el **artículo 30** establece que, para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

En lo que corresponde a la Normas Oficiales Mexicanas, en su **artículo 36** establece que, para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, la Secretaría emitirá normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que tengan por objeto:

> I. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en la producción, uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;
> II.- Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;
> III.- Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;
> IV.- Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y
> V.- Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

La expedición y modificación de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, se sujetará al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

En el Título Segundo, Biodiversidad, **artículo 45**, señala que las áreas naturales protegidas, tiene por objeto:

I.- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;

II.- Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial;

III.- Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones;

IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio;

V.- Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional;

VI. Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico en cuencas, así como las demás que tiendan a la protección de elementos circundantes con los que se relacione ecológicamente el área; y

VII.- Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

En el CAPÍTULO II, Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos, **artículo 98** establece que, para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;

II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;

III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;

IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y

VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

REGLAMENTO DE LA LGEEPA MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA)

El Reglamento en su **artículo 5** detalla las obras y actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental señaladas en la LGEEPA. Entre los que se encuentran:

O) Cambios de Uso del Suelo de Áreas Forestales, así como en selvas y zona áridas:

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

Q) Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte **ecosistemas costeros**, con excepción de:

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;

b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y

c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros

En el Capítulo III, del Procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental, en su **artículo 9** establece que, los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

El **artículo 10** señala que las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o

II. Particular.

El proyecto **Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional con una superficie dentro de la fase 1 de **0.9749 hectáreas (ha)**, de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia que serán sujetos a CUSTF. El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima. El presente estudio se elaboró para someter a evaluación y solicitar la autorización en materia de impacto ambiental y en materia forestal a través de un Documento Técnico Unificado (DTU-B) a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Lo anterior, al ubicarse al proyecto en el precepto del **artículo 28 de la LGEEPA, específicamente en la fracción VII y IX.**

En el **artículo 36** de la LGEEPA señala que la Secretaría emitirá NOM en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, por lo que, en este apartado se vincula el proyecto y cumplimiento con las NOM en materia ambiental. Relacionado con el **artículo 45,** el proyecto no se ubica en algún **Área Natural Protegida.** En cuanto al **artículo 98,** considerando la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, en el presente estudio se anexa un **Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua.**

Así mismo, al ubicarse en el **inciso O) y Q) del artículo 5º del Reglamento** en materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA. En el mismo Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en el capítulo III, **artículo 9 y 10**, establece que para el proyecto se requiere de la realización de una Manifestación de Impacto ambiental modalidad Particular, la cual se someterá a su evaluación ante la SEMARNAT.

Este estudio se presenta en formato DTU en concordancia con el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar un trámite único ante la **SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal (D.O.F.: 22/12/2010).**

III.1.3 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

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

Artículo 5 de la Ley, señala que se entiende por:

X. **Gestión Integral de Residuos**: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

XXI. **Plan de Manejo:** Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

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

XXXII. **Residuos Peligrosos**: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. **Residuos Sólidos Urbanos**: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los

resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas:

III. Autorizar el manejo integral de **residuos de manejo especial**, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados.

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de **residuos sólidos urbanos**, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades

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

Por su parte, el **artículo 19** señala que los **residuos de manejo especial** se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

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

Específicamente en su **artículo 20** La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

REGLAMENTO DE LA LGPGIR

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

La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribuciones correspondientes a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior.

Específicamente para 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.

Artículo 129. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su

dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

En el presente estudio se describe el manejo que se le dará a los residuos, en concordancia con la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento**. 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, lo anterior se detalla en el capítulo de medidas de prevención para el manejo de residuos generados del presente proyecto.

Se anexa al presente un **Plan de Manejo Integral de Residuos,** mismo que considera todas las etapas de manejo aplicables a todos los tipos de residuos que se prevé se generarán en el proyecto, considerándose que se generarán residuos de características domiciliarias clasificados como Residuos Sólidos Urbanos (tanto orgánicos como inorgánicos), Residuos de Manejo Especial, como son residuos de la construcción y mantenimiento del proyecto; y Residuos Peligrosos por las acciones de mantenimiento que involucran el uso de hidrocarburos (fuera del sitio del proyecto). Relacionado con los **artículos 9 y 10** de la Ley, se solicitará la autorización correspondiente ante el estado para el manejo de los Residuos de Manejo Especial; así mismo, a nivel municipal lo relacionado con los Residuos Sólidos Urbanos.

En cuanto a los Residuos peligrosos, dado que no se contempla realizar el mantenimiento de la maquinaria dentro del sitio del proyecto, no se prevé la generación de Residuos peligrosos. En caso de generarse de manera esporádica se observarán en general el **TÍTULO QUINTO** Manejo Integral de Residuos Peligrosos, en el que se señalan las Disposiciones generales, tipos de generadores de residuos peligrosos, Autorizaciones, así como el Manejo integral de los residuos peligrosos, así como el **TÍTULO CUARTO del Reglamento**. En este caso es necesario observar la **Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005**, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. En caso de existir algún accidente como derrame de residuos peligrosos se atenderá lo estableció en el **artículo 129 del Reglamento.**

III.1.4 LEY GENERAL PARA EL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y 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.

En su **artículo 93** indica que: “La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.”

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento.

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

Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

De igual manera se tendrá que considerar lo relativo al **artículo 98**, que establece: "..que los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, para concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento".

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA EL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece en sus **artículos 139 y 141** los requisitos para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales e indica la información que deberá contener los Estudios Técnicos Justificativos.

En su **artículo 152**, se establece que el monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 98 de la Ley, será determinado por la Secretaría o la ASEA considerando lo siguiente:

I. Los costos de referencia para Reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual,

II. El nivel de equivalencia para la Compensación ambiental por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría, en los que se considerará la importancia y características del ecosistema donde se realizará el Cambio de uso del suelo. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

Los recursos que se obtengan serán destinados a actividades de Compensación ambiental; preferentemente en la Cuenca hidrográfica en donde se haya autorizado el Cambio de uso del suelo o, cuando esto no fuera

técnicamente posible, donde la Comisión determine como área prioritaria para la Reforestación. Estas actividades serán realizadas por la Comisión o por terceros con quienes esta convenga.

Artículo 153. Los recursos obtenidos por concepto de Compensación ambiental a que se refiere el penúltimo párrafo del artículo 140 de la Ley, también podrán utilizarse para la protección de Recursos forestales tratándose de especies incluidas en alguna categoría de riesgo.

El **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario con una superficie en la fase 1 de **0.9749 hectáreas** (ha), de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia que serán sujetos a CUSTF. El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo en el estado de Colima.

En cumplimiento con la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable** se presenta el DTU-B correspondiente, en virtud de que el proyecto contempla actividades de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. El proyecto prevé una serie de medidas de mitigación y compensación con el fin de reducir el impacto del proyecto y en particular, medidas necesarias para que no se afecte la biodiversidad, tal y como se señala en el capítulo de mitigación de los impactos ambientales.

El CUSTF para el desarrollo del Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima no compromete la biodiversidad, no provocará la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, no provocará el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación; y los usos propuestos del suelo serán más productivos a largo plazo. En su momento, el promovente del proyecto realizará el pago correspondiente a la superficie afectada ante el Fondo Forestal.

III.1.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto 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.

En su **artículo 3º** señala que se entenderá por:

I. **Aprovechamiento extractivo**: La utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza.

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

XLIX. **Vida Silvestre**: Los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales.

En el Título II de la Política Nacional en materia de Vida Silvestre y su Hábitat, el Artículo 5º señala lo siguiente:

> **Artículo 5º**. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.
Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

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

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

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre. En su TÍTULO TERCERO, Disposiciones Comunes para la Conservación y el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, el **artículo 12** establece que, las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría. Por su parte, el **TÍTULO CUARTO**, Conservación de la Vida Silvestre integra los temas de Hábitat Crítico, Área de refugio para especies acuáticas, Restauración y vedas, Ejemplares que se tornen perjudiciales, Liberación de ejemplares al hábitat natural, atención al varamiento de mamíferos marinos.

El **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** no contempla realizar el aprovechamiento de vida silvestre. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto es necesario ejecutar medidas puntuales, tal y como se señala en el capítulo de mitigación de los impactos ambientales, con el objeto de evitar o mitigar posibles impactos a la vida silvestre y estar en concordancia con la Política Nacional en materia de la Vida Silvestre.

Tal como se describe en el Capítulo IV del presente estudio, de las especies de flora registrada en el área del proyecto NO se identificaron especies en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-**2010.**

De la fauna observada en el en el área del proyecto, se identificaron las siguientes especies en una categoría de riesgo de acuerdo con la lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010, como se muestra a continuación:

Tabla 1. Especies de fauna en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 muestreadas en el AP.

Clase	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	*Sternula antillarum*	Pr
	Thalasseus elegans	Pr
Reptilia	*Iguana iguana*	Pr

El proyecto contempla el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna en el sitio del proyecto, observando lo dispuesto por el Capítulo VI de la LGVS, respecto al trato digno y respetuoso a la fauna silvestre.

III.1.6 LEY DE AGUAS NACIONALES

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria de la Constitución 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. El artículo 2 indica que, las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo.

En el **artículo 3** se establece que para los efectos de esta Ley se entiende por:

> VII. "**Aprovechamiento**": Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma.
> XLVII. "**Ribera o Zona Federal**": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros…

En el Título Tercero Sección Política Hídrica Nacional, específicamente en el **artículo 14** bis establece los principios que sustentan la Política Hídrica Nacional, enlistando 22 principios, de los cuales, el proyecto se vincula con el siguiente:

> X. La gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica, se sustenta en el uso múltiple y sustentable de las aguas y la interrelación que existe entre los recursos hídricos con el aire, el suelo, flora, fauna, otros recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas que son vitales para el agua;

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El Reglamento fue publicado en 1994, con su última en el DOF el 25 de agosto de 2014. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. En su artículo 2, señala que, para los efectos de este Reglamento, se entiende por:

II. Aguas residuales: las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso;

XI. Descarga: la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;

En el titulo séptimo, Prevención y control de la contaminación de las aguas, artículo 134, señala que las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

El **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un desarrollo habitacional con una superficie total dentro de la fase 1 de **0.9749 hectáreas** (ha), de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia que serán sujetos a CUSTF. El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima.

El proyecto no contempla actividades/obras en zona federal. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto es necesario ejecutar medidas puntuales (descritas en el Capítulo de medidas de prevención y mitigación de impactos), con el objeto de evitar o mitigar posibles impactos a la hidrología del sitio, y estar en concordancia con la **Política Hídrica Nacional enunciada en la LAN.** En el presente estudio se describe la Cuenca Hidrológico Forestal, es decir, las características hidrológicas e hidrográficas de la microcuenca. Además, se describen las acciones para evitar o mitigar los posibles impactos, y en casos específicos, la compensación de éstos. De acuerdo con el mapa de hidrología superficial y a la salida de campo, no se presentan escurrimientos superficiales en el área del proyecto que pudieran verse afectados.

En cuanto a la hidrología subterránea, el responsable de la ejecución de las obras deberá gestionar un manejo adecuado de los residuos que se generen, evitando la posible contaminación, por otro lado el impacto de las actividades de desmonte, implica un cambio en la capacidad de la captación de agua y aumento del escurrimiento superficial, por lo que para compensar esta pérdida, el promovente será el responsable de llevar la ejecución de obras de conservación de suelo y agua, descritas en el capítulo de medidas de mitigación de impactos.

Tal como se describe en el presente estudio se realizará el manejo adecuado de estas aguas residuales, con el fin de evitar la contaminación del suelo o cuerpos de aguas, lo anterior en concordancia con el **artículo 134, del Reglamento**.

Agua Potable. Para la etapa de Operación se abastecerá por la red pública de Manzanillo, contando con la factibilidad por la **Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo (CAPDAM)**, del cual se utilizará bombeo de agua hacia el desarrollo del fraccionamiento a fin de abastecer las necesidades del proyecto, y de este parte toda la red de agua potable para el equipamiento de los terrenos**.**

Drenaje Sanitario. Durante la etapa de Operación, se conectará a la red de drenaje del municipio de Manzanillo. Conforme a la autorización y especificaciones que determine CAPDAM.

Se anexa al presente estudio como parte de las medidas de mitigación hacia el recurso agua:

- **Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua.**
- **Plan de Manejo Integral de Residuos.**

III.1.7 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y 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.

En su **artículo 2**, se señala entre otros que, 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.

Artículo 5o. La federación, las entidades federativas y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables

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, en las materias siguientes:

a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos;

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 de Registro Nacional de Emisiones

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones. En su a**rtículo 2** señala que, para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes:

VI. **Establecimiento Sujeto a Reporte**: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte;

VII. **Fuente Fija de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero**: Aquélla con ubicación física permanente en un sitio determinado que en su operación o desarrollo de su actividad emite Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, esta definición incluye aquellos sitios o instalaciones en donde se desarrollan actividades industriales, comerciales, de servicios, agropecuarias y forestales; rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales;

VIII. **Fuente Móvil de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero**: Aquella maquinaria o equipo que sin constituir una instalación con ubicación física permanente genera Gases o Compuestos de Efecto Invernadero por la operación de motores de combustión interna. En esta definición se incluye todo tipo de vehículos o maquinaria, no adherida a instalaciones fijas, que operen con motores de combustión;

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:

VI. Sector Comercio y Servicios:

a. Subsector construcción; b. Subsector comercio; c. Subsector servicios educativos; d. Subsector actividades recreativas y entretenimiento; e Subsector turismo; f. Subsector servicios médicos; g. Subsector gobierno, y h. Subsector servicios financieros

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:

VI. Sector Comercio y Servicios:

a. Subsector construcción: a.1. Edificación residencial; a.2. Edificación no residencial; a.3. Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones; a.4. División de terrenos y construcción de obras de urbanización; a.5. Construcción de vías de comunicación; a.6. Otras construcciones de ingeniería civil; a.7. Cimentaciones, montaje de estructuras prefabricadas y trabajos en exteriores; a.8. Instalaciones y equipamiento en construcciones; a.9. Trabajos de acabados en edificaciones, y a.10. Otros trabajos especializados para la construcción;

Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades. Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.

El **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional con una superficie en la fase 1 de **0.9749 hectáreas** (ha), de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia que serán sujetos a CUSTF. El sitio del proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo en el estado de Colima. Las emisiones por generarse serán principalmente durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, estas emisiones derivarán del uso de maquinaria pesada. En este sentido, tal como se describe en el capítulo de medidas de prevención y mitigación de impactos se establece una serie de medidas para minimizar las emisiones y que estas se ubiquen dentro de la normatividad aplicable.

Tabla 2. Emisiones directas de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (CyGEI) derivada del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles (Artículo 5, Fracción II)

Combustible	Consumo anual	Unidades	Factores de emisión			Poder calorífico	Unidades	Emisiones anuales (tCO_2eq)			Emisiones anuales (tCO_2eq)	Emisiones directas fuentes móviles (tCO_2eq)
			CO_2 (ton/MJ)	CH_4 (kg/MJ)	N_2O (kg/MJ)			CO_2	CH_4	N_2O		
Diesel	36000	Litros	0.0000741	0.0000039	0.0000039	5,650	MJ/bl	94.80	0.14	1.32	96.26	**138.08**
Gasolina	18000	Litros	0.0000693	0.000025	0.000008	5,122	MJ/bl	40.19	0.41	1.23	41.82	
Gas LP	0	m^3	0.0000631	0.000001	0.0000001	4,175	MJ/bl	-	-	-	-	
Gas Natural	0	m^3	0.0000561	0.000001	0.0000001	40,319	kJ/m3	-	-	-	-	

Esta Ley se vincula con el proyecto, en el sentido de que, las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente relacionadas con el consumo de combustible. En cuanto al registro de emisiones definido en la Ley y, detallado en su reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones, de acuerdo con el cálculo, no es sujeto de reporte de emisiones.

III.1.8 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. 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. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales.

Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales. El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.

En el Capítulo segundo, Obligaciones derivadas de los daños ocasionados al ambiente, en su **artículo 10** se señala que, toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será **responsable y estará obligada a la reparación de los daños,** o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

El **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** consiste en la construcción de un fraccionamiento habitacional con una superficie en la fase 1 de **0.9749 hectáreas (ha),** de los cuales cuenta con **0.9308 ha** de superficie forestal tipo Selva baja caducifolia que será sujeta a CUSTF. El sitio del proyecto se ubica en la zona costera de Bahía de Santiago, en el municipio de Manzanillo en el estado de Colima.

El promovente del proyecto aplicará las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el país para el desarrollo del proyecto. Entre las medidas de mitigación que contempla el proyecto se tienen:

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
- Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional
- Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua
- Plan de Manejo de Residuos.
- Delimitación e identificación de las áreas autorizados para CUSTF
- Señalización de temática ambiental
- Capacitación y concientización del personal en temas ambientales y riesgos
- Mantenimiento de maquinaría
- Verificación de emisiones contaminantes de vehículos
- Instalación y mantenimiento de los sanitarios portátiles conforme a necesidad en la etapa de preparación del sitio y construcción
- Manejo de residuos sólidos urbanos conforme a la normatividad
- Monitoreo del ruido perimetral
- Mantener zonas verdes y vegetación perimetral como barreras contra polvo y ruido.

En caso de que se genere de manera directa o indirectamente un daño al ambiente, el promovente será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, tal como lo indica la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

III.1.9 LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO

La presente Ley es de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional. Las disposiciones de esta Ley tienen por objeto entre otras:

I. Fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los Asentamientos Humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente;

II. II. Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación, ordenación y regulación de los Asentamientos Humanos en el territorio nacional; …

Artículo 2. Todas las personas sin distinción de sexo, raza, etnia, edad, limitación física, orientación sexual, tienen derecho a vivir y disfrutar ciudades y Asentamientos Humanos en condiciones sustentables, resilientes, saludables, productivos, equitativos, justos, incluyentes, democráticos y seguros.

Las actividades que realice el estado mexicano para ordenar el territorio y los Asentamientos Humanos, tiene que realizarse atendiendo el cumplimiento de las condiciones señaladas en el párrafo anterior.

En el Capítulo Segundo Principios, en su **artículo 4**, establece que, la planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública:

I. Derecho a la ciudad. Garantizar a todos los habitantes de un Asentamiento Humano o Centros de Población el acceso a la vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios básicos, a partir de los derechos reconocidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales suscritos por México en la materia;

De la concurrencia entre órdenes de gobierno, coordinación y concertación, el Capítulo Primero Concurrencia, **artículo 7** señala que las atribuciones en materia de planeación, así como de ordenamiento territorial, asentamientos humanos, desarrollo urbano y desarrollo metropolitano, serán ejercidos de manera concurrente por la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales, en el ámbito de la competencia que les otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley, así como a través de los mecanismos de coordinación y concertación que se generen.

El **artículo 10,** señala que Corresponde a las entidades federativas, entre otras cosas:

V. Formular, aprobar y administrar su programa estatal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, así como vigilar y evaluar su cumplimiento con la participación de los municipios y la sociedad;
VII. Analizar y calificar la congruencia y vinculación con la planeación estatal, que deberán observar los distintos programas municipales de Desarrollo Urbano, incluyendo los de los municipios asociados, conurbaciones o zonas metropolitanas, a través de dictámenes de congruencia estatal;

IX. Establecer las normas conforme a las cuales se efectuará la evaluación del impacto urbano y territorial de las obras o proyectos que generen efectos significativos en el territorio; las cuales deberán estar incluidas en los planes de Desarrollo Urbano;

Artículo 11. Corresponde a los municipios, entre otras:

I. Formular, aprobar, administrar y ejecutar los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, de Centros de Población y los demás que de éstos deriven, adoptando normas o criterios de congruencia, coordinación y ajuste con otros niveles superiores de planeación, las normas oficiales mexicanas, así como evaluar y vigilar su cumplimiento;

II. Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio; Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población.

III. Formular, aprobar y administrar la Zonificación de los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio, en los términos previstos en los planes o programas municipales y en los demás que de éstos deriven;

En su **artículo 23** establece que la planeación y regulación del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población, se llevarán a cabo sujetándose al Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, a través de:

I. La estrategia nacional de ordenamiento territorial;

II. Los programas estatales de ordenamiento territorial y Desarrollo Urbano;

III. Los programas de zonas metropolitanas o conurbaciones;

IV. Los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, y

V. Los planes o programas de Desarrollo Urbano derivados de los señalados en las fracciones anteriores y que determinen esta Ley y la legislación estatal de Desarrollo Urbano, tales como los de Centros de Población, parciales, sectoriales, esquemas de planeación simplificada y de centros de servicios rurales.

También, relaciona la normatividad urbana y ambiental en los **artículos 45**, indicando que los planes y programas de desarrollo urbano deben incluir los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos. Asimismo, las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental deben cumplir con **la legislación y los planes o programas de desarrollo urbano.**

Por su parte, en el **artículo 68** se menciona la obligación de las autoridades federales, estatales o municipales asegurarse, previamente a la expedición de las autorizaciones para el uso, edificación o aprovechamiento urbano o habitacional, cambio de uso del suelo o impactos ambientales del cumplimiento de las leyes estatales y federales en materia de prevención de riesgos en los Asentamientos Humanos.

La legislación estatal contendrá las normas a fin de garantizar la seguridad y protección de la población y sus bienes por contingencias y riesgos en los Asentamientos Humanos.

Todas las acciones que impliquen la expansión del área urbana, para el fraccionamiento de terrenos o conjuntos habitacionales, para la subdivisión o parcelación de la tierra, para el cambio de Usos del suelo o en

autorizaciones de impacto ambiental, las autoridades federales, estatales o municipales deberán asegurarse de que no se ocupen áreas de alto riesgo, sin que se tomen las medidas de prevención correspondientes.

En la planificación y desarrollo del proyecto es de gran importancia considerar los factores ambientales y disponibilidad de recursos naturales de la región para lograr un desarrollo urbano, social y económico que permita cumplir lo dispuesto en esta Ley. Los asentamientos humanos a nivel regional se encuentran en constante demanda con el incremento poblacional, por lo que los proyectos de este sector son importantes ofreciendo espacios en concordancia con la normatividad urbano y ambiental. Tal como se describe en el presente Capítulo, el proyecto observa los ordenamientos ecológico – territoriales aplicables. Es decir, desde el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio; hasta ordenamientos ecológicos locales.

En la **autorización del Programa Parcial de Urbanización, Folio UR-52 del proyecto definido La Cima**, que es donde se ubica esta primer fase del proyecto global se cuenta con la autorización por parte del Ayuntamiento de Manzanillo, pues se considera el área está dentro del Programa de Desarrollo Urbano vigente en su momento, igualmente en el **Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Manzanillo (PMOTDUM)** se ubica en una **zona Urbanizable**, definido como "**Turístico hotelero, densidad media - TH3**", se pide la generación de un Estudio de Impacto Ambiental para de esta manera analiza el Cambio de Uso de suelo. El presente estudio se elaboró para someter a evaluación y solicitar la autorización en materia de impacto ambiental y en materia forestal a través de un Documento Técnico Unificado (DTU-B a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esto debido a que el proyecto se considera dentro del artículo 28 en las fracciones VII y IX.

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

La LGEEPA señala que, el ordenamiento ecológico es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Específicamente, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) se integra por la regionalización ecológica del territorio nacional y lineamientos ecológicos para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de dicho territorio. Las estrategias ecológicas son definidas como las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos (estado deseable) de la región ecológica. La regionalización ecológica del territorio (80 regiones) dio como resultado 145 unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a una escala 1: 2,000,000.

En este sentido, el área del proyecto se ubica en la **UAB 119** de nombre Lomeríos de la Costa de Jalisco y Colima, la cual tiene una **Política ambiental de Protección, aprovechamiento sustentable y restauración.**

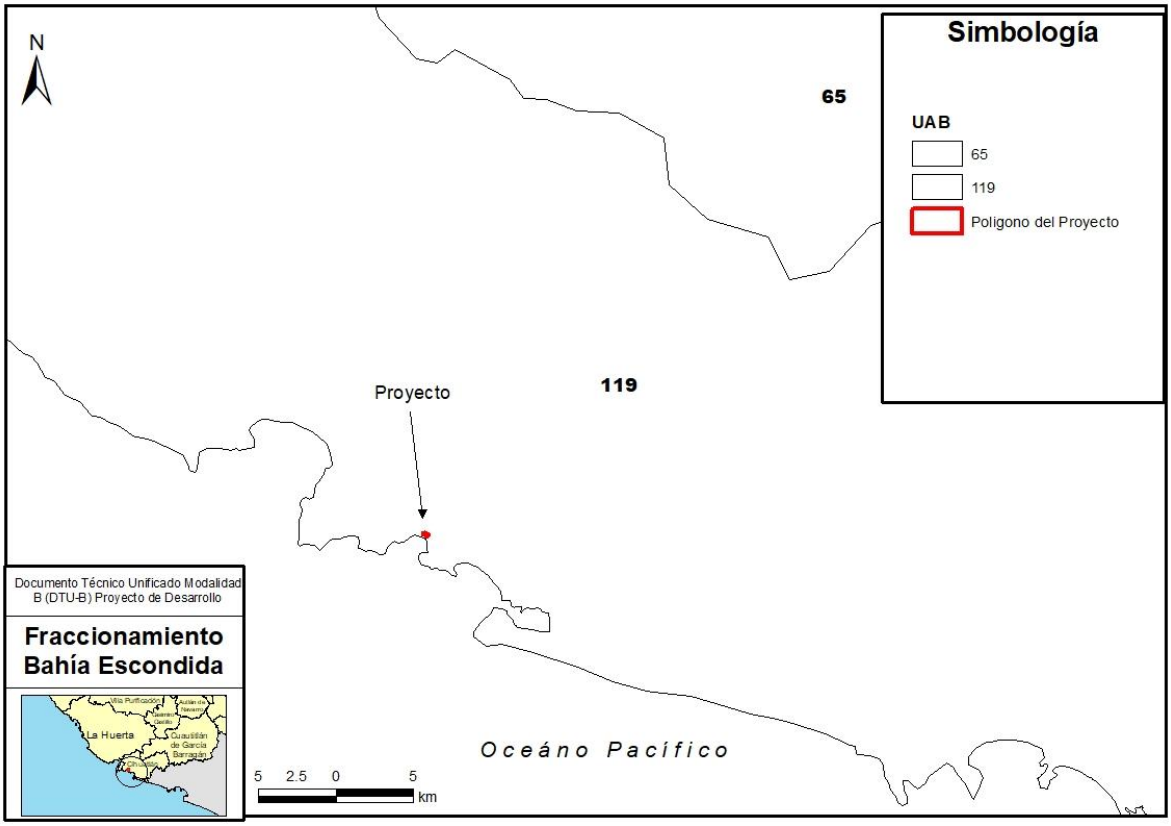


Figura 1. **Ubicación de las áreas del proyecto respecto a las UAB del POEGT.**

Tabla 3. Unidad Ambiental Biofísica del POEGT.

Clave de Región	UAB	Nombre de la UAB	Reactores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Política ambiental
8.33	119	Lomeríos de la Costa de Jalisco y Colima	Preservación de Flora y Fauna – Turismo	Forestal - Minería	Agricultura – Ganadería	Protección, **Aprovechamiento Sustentable y** Restauración

Tabla 4. Estrategias de la UAB 119 del POE General del Territorio.

UAB	Estrategias
119	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

Tabla 5. Estrategias de la de las UAB 119 del POEGT vinculadas con el proyecto.

Política	Estrategia		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
A) Preservación	1	Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Las actividades que integran el proyecto no comprometen la viabilidad del ecosistema ni su biodiversidad. El proyecto prevé una serie de medidas de mitigación y compensación con el fin de reducir el impacto del proyecto y, en particular, se implementarán las medidas necesarias para que no se afecte la biodiversidad, tal y como se señala en los capítulos de mitigación de los impactos ambientales. Se presenta anexo en el estudio:

<table>
<tr><th>Política</th><th colspan="2">Estrategia</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td></td><td></td><td>• Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
• Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
• Programa de Restauración del Predio de Compensación.
Dichos programas tienen el objetivo principal de mitigar y/o compensar los posibles impactos ambientales por el desarrollo del proyecto.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Recuperación de especies en riesgo.</td><td>Con la ejecución de cambio de uso de suelo, NO se afectará especies de en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el caso de la fauna se identificaron 3 especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas son:

Tabla 6. Especies de fauna en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 muestreadas en el AP.
<table>
<tr><th>Clase</th><th>Especie</th><th>NOM-059-SEMARNAT-2010</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Aves</td><td>Sternula antillarum</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Thalasseus elegans</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Reptilia</td><td>Iguana iguana</td><td>Pr</td></tr>
</table>
Por lo que se prevén acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</td><td>Para la elaboración del presente estudio se realizaron trabajos en campo para el levantamiento de datos relacionados principalmente con la flora y fauna en el predio del proyecto y dentro del sistema ambiental. Además de la investigación bibliográfica de las características biofísicas del mismo.

Se proponen medidas de mitigación que permitan mantener la biodiversidad del sistema ambiental, además del seguimiento y monitoreo del cumplimiento de estas medidas mediante una supervisión Ambiental permanente por parte del promovente.</td></tr>
<tr><td>B) Aprovechamiento sustentable</td><td>4</td><td>Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.</td><td>La naturaleza del proyecto per se no corresponde al aprovechamiento sustentable de recursos naturales. No obstante, el proyecto contempla el aprovechamiento del sitio por lo que se requiere la ejecución de CUSTF en 0.9308 hectáreas, por lo que se implementarán actividades de reforestación y reubicación de flora con la finalidad de compensar la cobertura reducida por efectos del proyecto. Como se describe en el presente estudio, el proyecto observa la legislación en materia ambiental y demás disposiciones legales aplicables, por lo que es posible</td></tr>
</table>

Política	Estrategia		Vinculación
			enmarcar al proyecto en el principio del Desarrollo Sustentable.
	5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El presente proyecto no es vinculante, ya que el proyecto no contempla actividades agropecuarias.
	6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La estrategia no es vinculante con el proyecto de manera directa.
	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	**La naturaleza del proyecto *per se* no corresponde al aprovechamiento sustentable de recursos**. No obstante, el proyecto contempla el aprovechamiento del sitio por lo que se requiere la ejecución de CUSTF en **0.9308 hectáreas**, por lo que se implementarán actividades de reforestación y reubicación de flora con la finalidad de compensar la cobertura reducida por efectos del proyecto. Como se describe en el presente estudio, el proyecto observa la legislación en materia ambiental y demás disposiciones legales aplicables, por lo que es posible enmarcar al proyecto en el principio del **Desarrollo Sustentable.** Como parte de las medidas de mitigación y/o compensación, el proyecto contempla: • **Programa de Rescate y Reubicación de Flora.** • **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.** • **Programa de Restauración del Predio de Compensación.** • **Plan de Manejo Integral de Residuos.**
	8	Valoración de los servicios ambientales.	En el presente estudio se han descrito y valorado los servicios ambientales en la zona del proyecto y se determinó que no se pone en riesgo ninguno de los servicios que actualmente presta el área del proyecto sujeta a cambio de uso de suelo de terrenos forestales. Se proponen medidas ambientales para la compensación de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	9	Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	El proyecto se ubica en el acuífero 0609 "**Santiago - Salagua**" mismo que no tiene disponibilidad de agua. El proyecto contempla medidas de mitigación y prevención de impactos para el recurso hidrológico propiciando el equilibrio a nivel microcuenca. **Agua Potable.** Para la etapa de Operación se abastecerá de por la Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo (CAPDAM), que se conectará sobre la red sobre el Boulevard Miguel de La Madrid a fin de abastecer las necesidades del proyecto, y de este parte toda la red de agua

Política	Estrategia		Vinculación
			potable para las viviendas. **Actualmente, se tiene la factibilidad de CAPDAM.**
	10	Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El diseño y ejecución de políticas públicas no corresponden a la naturaleza del proyecto. **Agua Potable.** Para la etapa de Operación se abastecerá de por la Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo (CAPDAM), que se conectará sobre la red sobre el Boulevard Miguel de La Madrid a fin de abastecer las necesidades del proyecto**.**
	11	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	La administración de la infraestructura hidráulica no corresponde a la naturaleza del proyecto. No aplica en el proyecto.
	12	Protección de los ecosistemas.	El proyecto contempla actividades de remoción de la vegetación (CUSTF), dichas actividades pueden impactar de manera negativa al ecosistema y dañar la biodiversidad. En este sentido, en el presente estudio se describen las actividades, analizan las posibles interacciones y repercusiones del proyecto en el sistema ambiental, además se definen las medidas de prevención, mitigación y de compensación correspondientes, en cumplimiento con la normatividad ambiental.
	13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	En el proyecto no se contempla el uso de agroquímicos.
D) Restauración	14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	Las acciones de reubicación de flora buscan compensar la pérdida de la cubierta vegetal que sea afectada por el desmonte, además de realizar acciones de restauración de un predio de compensación ambiental, incrementando la superficie forestal en mayor área a la que se tiene actualmente a nivel del Sistema Ambiental.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de	15	Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	**Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto.**
	15 bis.	Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	**Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto.**

Política	Estrategia		Vinculación
	19	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.	**Esta estrategia sectorial no se vincula con el proyecto, atribución gubernamental.**
	20	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.	El proyecto contempla mantenimientos preventivos para la maquinaria y equipos con el objetivo de propiciar una combustión más eficiente y por ende una menor generación de emisiones de gases de efecto invernadero. Se respetará la normatividad correspondiente a la emisión de gases a la atmósfera con la finalidad de estar en concordancia con la estrategia planteada. ✓ **Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015.** ✓ **Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017.**
	21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El proyecto no se relaciona con el diseño de políticas públicas, sin embargo, el proyecto proveerá vivienda para el desarrollo del turismo, coadyuvando a la diversificación de la actividad económica en el Municipio de Manzanillo.
	22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto no se relaciona con el diseño de políticas públicas, pero el carácter del proyecto de satisfacer la demanda de vivienda turística y de forma permanente es a nivel regional por lo que este proyecto coadyuva al cumplimiento de este criterio en materia de turismo.
	23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) a beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El diseño del proyecto está diseñado para **segmentos** distintos (doméstico e internacional): • **Renta vacacional "hogar completo"** (familias/grupos) + **segunda residencia** debido a que los condominios/torres facilitan renta de corta estancia por amenidades, seguridad y operación estandarizada. • **Turismo de naturaleza y bajo impacto**: senderos interpretativos, bici, observación (con control y reglas de carga).

Política	Estrategia		Vinculación
			El proyecto trae impactos positivos por **generación de empleos** y fomento económico regional empleos directos/indirectos: • **Plan de capacitación y certificación** (hospitalidad, mantenimiento, seguridad, atención al huésped, gestión ambiental). • **Escalera salarial y puestos técnicos**. • **Compras locales + empleo local** • **Condiciones de trabajo formal**

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30	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.	No aplica en el proyecto. El proyecto no contempla la construcción de carreteras, solo la vialidad de acceso al desarrollo inmobiliario.
	31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto contempla la construcción de un desarrollo inmobiliario sustentable para uso habitacional, cercano (200 metros) a la playa Bahía de Santiago, municipio de **Manzanillo**, el cual contempla desde su diseño la distribución de espacios y con un enfoque del respeto al paisaje, integrando el proyecto de forma sustentable al entorno.
E) Desarrollo Social	33	Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza	El proyecto fomentará la creación de empleos bien renumerados y una derrama económica importante en la zona y con ello, se impulsa las oportunidades de desarrollo social.
	36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	La ejecución de políticas públicas agroalimentarias no corresponde a la naturaleza del proyecto.
	37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto permitirá generar fuentes de empleo, procurando integrar a mujeres y grupos vulnerables de la zona del proyecto.

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional			
A) Marco Jurídico	42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El promovente cuenta con documentación legal que acredita la posesión del predio, la cual se anexa al presente estudio. **Se cuenta con el escrituras públicas con la propiedad del terreno en favor de la empresa promovente.**
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica al proyecto.
	44	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas en los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Tal como se describe en el presente Capítulo, el proyecto observa los ordenamientos ecológico – territoriales aplicables. Es decir, desde el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio; hasta ordenamientos ecológicos locales.

De acuerdo con lo anterior, el Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima es congruente con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en el que se señala una Política Ambiental de Protección, Aprovechamiento Sustentable y Restauración. Se favorece la oferta de vivienda sustentable en concordancia la normatividad ambiental y de desarrollo urbano en el municipio de Manzanillo; lo que fomenta la protección y aprovechamiento sustentable de los recursos.

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

El Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima, es un instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable con vigencia de aplicación por los años 2024 al 2034, que estudia y dirige la aptitud ecológica territorial para que el desarrollo de obras, actividades, proyectos y programas, sean congruentes con la sustentabilidad y es mandatado por la Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.

Su objeto es regular o inducir el uso del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales en las actividades productivas y el desarrollo urbano, desde la actual perspectiva ambiental y con los software de análisis hídricos y geográficos, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos, sirviendo de base para la realización de las actividades, programas y proyectos de que se pretendan ejecutar dentro de su área de aplicación.

Derivado del análisis de este Programa y de la revisión de los lineamientos y acciones ambientales definidos para la UGA en la que se localiza el proyecto, se determinó que se localiza en la UGA 42 denominada Santiago.

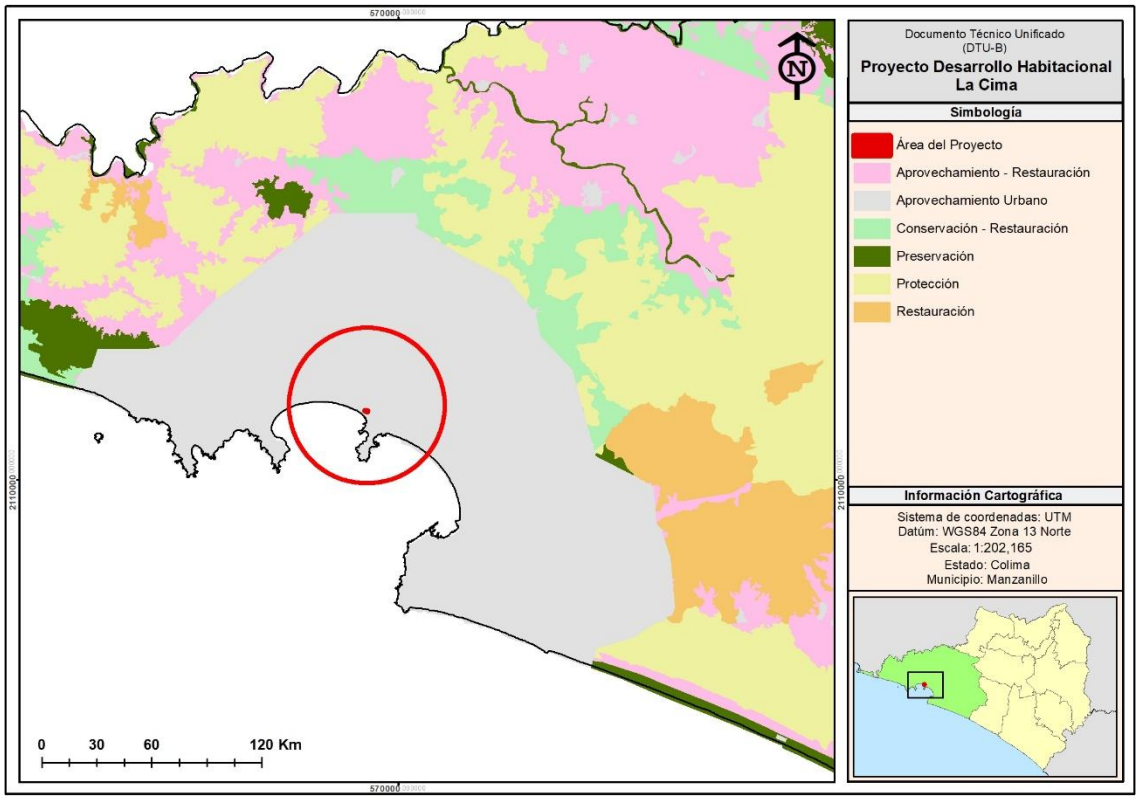


Figura 2. **Políticas de las UGAS del POETEC**

Tabla 7. Unidad Gestión Ambiental del POET Estatal.

UGA 42. Santiago				
Política	**Lineamientos**	**Usos dominantes**	**Usos Condicionados**	**Usos Incompatibles**
Aprovechamiento-urbano	Proteger y preservar los ecosistemas de selva baja caducifolia y de selva baja caducifolia, las zonas prioritarias hidrológicas que contienen cuerpos de agua y bosque de galerías. Restaurar zonas o ecosistemas degradados tales como selvas bajas y bosques de galerías. Permitiendo el aprovechamiento de los centros de población, consolidando los asentamientos humanos, permitiendo la infraestructura y servicios urbanos, mitigando los impactos ambientales, sin invadir los usos productivos y mejorando la calidad de vida de la población, sin permitir la expansión en áreas no reconocidas para asentamientos humanos y debiendo cumplir con la normatividad en la materia. Fomentar el desarrollo turístico limitando el impacto ecológico. Orientar la producción agropecuaria a prácticas más sustentables, debiendo realizar acciones de restauración ecológica en las parcelas. Regular los sitios de tiro para que cumplan	1. Asentamientos humanos urbanos (sujeto a lo que establezca el PMOTDU municipal o su equivalente). 2. Asentamientos humanos rurales (sujetos a lo establecido por la normatividad en la materia). 3. Preservación (áreas riparias).	1. Infraestructura de servicios. 2. Minería no metálica (solo aquellos que cuenten con la autorización). 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales. 4. Sitios de transferencia de residuos de manejo especial. 5.Turismo.	1. Granjas y huertos. 2. Minería (metálica). 3. Sitios de disposición final. 4. Sitios de disposición final de residuos de manejo especial. 5. Sitios de tiro.

UGA 42. Santiago				
Política	**Lineamientos**	**Usos dominantes**	**Usos Condicionados**	**Usos Incompatibles**
	con los requisitos y condiciones de su funcionamiento, seguridad, control y vigilancia debiendo contar con su autorización por las autoridades competentes.			

El sitio del Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima se ubica en un sitio con una política de Aprovechamiento urbano, por lo que el proyecto es compatible considerando los lineamientos, con lo anterior se permite el aprovechamiento de los centros de población, consolidando los asentamientos humanos, permitiendo la infraestructura y servicios urbanos, mitigando los impactos ambientales, sin invadir los usos productivos y mejorando la calidad de vida de la población, sin permitir la expansión en áreas no reconocidas para asentamientos humanos y debiendo cumplir con la normatividad en la materia. La UGA tiene una superficie de 10,208.2 ha y el proyecto cuenta con una superficie de 0.9749 ha, lo que representa el 0.009% de la UGA.

Actualmente, el sitio del proyecto se encuentra bajo una presión al ser utilizado anteriormente como zona de invasión de asentamientos irregulares y zona de tiro de basura y desechos por lo que se contempla la limpieza del predio y dar una ordenación sustentable, con una superficie total de aprovechamiento de 0.9749 hectáreas en esta primera fase. En este sentido, se presenta el Documento Técnico Unificado ante la SEMARNAT para su evaluación y autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo Forestal para las 0.9308 hectáreas con cobertura forestal.

El proyecto es una actividad que es compatible, ya que está dentro del uso dominante "1. Asentamientos humanos urbanos (sujeto a lo que establezca el PMOTDU municipal o su equivalente)." No se ubica sobre zonas con cuerpos de agua o vegetación de galería o zonas prioritarias, contempla acciones como "realizar acciones de restauración ecológica" por lo que el proyecto es totalmente compatible.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos para la UGA 42, así como la naturaleza del proyecto de asentamiento humano de un proyecto inmobiliario, la vinculación se realiza para los criterios Asentamientos Humanos Urbanos (AHU), Conservación (CON), Eficiencia Energética (EE) y Restauración (RES)

Tabla 8. Vinculación del proyecto con los criterios aplicables.

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
AHU1	Las vialidades y espacios abiertos deben revegetar con vegetación nativa e instalar áreas con jardines polinizadores e infiltrantes	El proyecto integrará revegetación contigua a vialidades internas, jardineras y áreas comunes mediante especies nativas de selva baja caducifolia identificadas en el inventario, privilegiando estratos arbóreo–arbustivo. Se incorporarán jardines polinizadores y superficies infiltrantes como parte de la infraestructura verde, con manejo de suelo (rescate de capa fértil, control de compactación) y programa de mantenimiento para asegurar el establecimiento y cobertura funcional.
AHU2	El fraccionamiento deberá tener una cobertura arbórea de la región del 30%	Se garantizará una cobertura arbórea regional ≥30% mediante diseño de paisaje con arbolado nativo,

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		reubicación/rescate de individuos factibles y reforestación de las jardineras y el área verde a respetar cubriendo una superficie de 3,504 m2, arrojando un 36% de cobertura. La meta se instrumentará en el proyecto ejecutivo con selección de especies locales y monitoreo de supervivencia (reposición de fallas), asegurando continuidad de copa y sombra efectiva en espacios abiertos.
AHU3	Las áreas verdes no deberán estar a más de 300 metros de las viviendas	Por tratarse de un desarrollo compacto, el trazo urbano considera áreas verdes y espacios comunes accesibles a pie; se asegurará que ningún departamento quede a más de 300 m de un área verde funcional mediante distribución interna de jardines, andadores y zonas de jardín central. La verificación se incorpora en el plano de conjunto, acreditando radios de servicio y accesibilidad universal.
AHU4	El proyecto debe de instalar infraestructura para el acopio y manejo de residuos sólidos	Se instalará infraestructura para acopio y manejo de residuos (puntos limpios) con contenedores diferenciados (orgánico, reciclables, sanitarios) y área temporal techada e impermeabilizada, conforme al reglamento municipal. Se implementará programa de manejo con bitácoras, rutas, gestor autorizado y disposición en sitios permitidos; en construcción, se prevé segregación de escombro y manejo especial
AHU5	Cada vivienda deberá tener al menos tres árboles.	Al ser vivienda vertical, el criterio se atenderá por equivalencia: se establecerá una dotación mínima de arbolado por unidad habitacional en áreas comunes (≥3 árboles/unidad), priorizando especies nativas, además de arbolado perimetral y de sombra en estacionamientos. La obligación quedará en el reglamento de condominio y en el plan de mantenimiento de áreas verdes, con reposición obligatoria de ejemplares por pérdida o daño.
AHU6	Las edificaciones del proyecto deben de contar con sistemas de drenaje pluvial y doméstico independientes	Las edificaciones incorporarán redes independientes: (i) drenaje sanitario conectado al colector municipal, y (ii) drenaje pluvial separado, conducido a infraestructura de infiltración y control de escorrentía. Se prohíben interconexiones garantizando cumplimiento normativo y evitando descargas pluviales al sistema sanitario.
AHU7	Se deberán integrar Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) (tales como jardines infiltrantes, pozos de absorción, entre otros) para todos los espacios públicos del proyecto	Se integrarán SUDS en espacios públicos: el proyecto contempla zanjas infiltrantes (zanjas de1×8×0.4 m; capacidad aproximada128 m^3) y fosas de sedimentación (0.5×1.5×0.5 m) para retención, filtración y control de sólidos. Se complementará con jardines de lluvia, cunetas verdes, con operación y mantenimiento (desazolve, inspección post-lluvia).
AHU8	Deberá presentar su trámite de manifestación de impacto ambiental ante la autoridad competente	Con la presentación de este DTU-B ante la autoridad se da cumplimiento a este criterio, además de gestionar autorizaciones vinculadas (IMADES, manejo de residuos, descargas), condicionando el inicio de obra al resolutivo correspondiente. El DTU incorpora medidas de prevención, mitigación, compensación y monitoreo, así

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		como programa de vigilancia ambiental y cumplimiento de condicionantes durante construcción y operación.
AHU9	La actividad no debe instalar campos de golf	El proyecto no considera campos de golf ni infraestructura asociada
AHU10	La infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación debe ser subterránea con fines de evitar la contaminación visual del paisaje y cuidar el arbolado urbano	Para evitar contaminación visual y proteger arbolado urbano, la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones se proyectará preferentemente subterránea, con ductería, registros y canalización conforme a normas técnicas y dictámenes de la CFE. Se preverán trazos fuera de zonas de raíces y procedimientos de excavación controlada para reducir daño a vegetación existente y a la reforestación proyectada.
AHU11	Las infraestructuras de vialidad y comunicación deben contar con pasos de fauna para evitar el efecto barrera	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
AHU12	Los proyectos para desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre	Para favorecer conectividad biológica, se establecerán franjas verdes perimetrales y jardineras internas con especies nativas, vinculando áreas ajardinadas con el entorno inmediato. Se minimizarán cerramientos opacos a ras de suelo y se priorizarán cercas permeables/vegetadas, facilitando movilidad de fauna pequeña. Adicionalmente, la restauración/compensación en superficie mayor aportará hábitat funcional, reduciendo la fragmentación neta a escala del sistema ambiental.
AHU13	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa	Cualquier talud derivado de cortes o conformación de caminos se estabilizará con bioingeniería: revegetación con especies nativas y control de escorrentía (cunetas y disipadores). Se incorporará control de erosión temporal (barreras de sedimentos) y definitivo (cobertura vegetal), con inspecciones post-lluvia y reposición de vegetación para asegurar estabilidad física y reducción de arrastre.
AHU14	Cualquier actividad urbanística debe presentar un dictamen de definición de zona federal de cauces y cuerpos de agua	No se ubica en zona federal o cauces ni cuerpos de agua delimitación o inexistencia de zona federal respecto de cauces/cuerpos de agua. Aun cuando el predio se ubique en entorno urbanizado, el cumplimiento se acredita en planos georreferenciados, donde el trazo de obras y descargas pluviales no afecta zona federal.
AHU15	Los elementos en construcción no deben interrumpir ni modificar la circulación natural del agua	El diseño no interrumpe la circulación natural del agua: se mantendrán pendientes de escurrimiento, se evitarán rellenos que actúen como diques y se incorporarán obras de drenaje superficial y subterráneo (rejillas, cunetas, zanjas infiltrantes y disipadores). Se controlará el aporte de sedimentos con fosas y barreras, garantizando que la hidrología local conserve su funcionalidad sin provocar encharcamientos o afectaciones a predios colindantes.
AHU16	La disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos deberán realizarse en sitios autorizados por la autoridad ambiental	Los materiales producto de excavaciones y rellenos serán manejados conforme a plan: acopio temporal en áreas confinadas y transporte a sitios de tiro autorizados por la autoridad ambiental/municipal. Se prohíbe

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		disposición clandestina; se llevarán manifiestos, bitácoras de acarreo y control volumétrico. En caso de material aprovechable, se priorizará su reutilización interna (subbases) cuando sea técnicamente compatible y permitido.
AHU17	La instalación de vialidades no debe realizarse en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural e histórico	La localización del proyecto corresponde a un polígono con vocación urbana; las vialidades internas se diseñan dentro del predio sin incidir en ecosistemas vulnerables ni en sitios de alto valor escénico/cultural-histórico identificados.
AHU18	La construcción de vivienda no debe realizarse en zonas de recarga de acuíferos	El proyecto se sustenta en compatibilidad urbanística y, para evitar impactos a recarga, incorpora SUDS y zanjas infiltrantes, compensando la reducción de infiltración por sellado. Además, se contempla restauración/compensación forestal en superficie mayor a la afectada, mejorando la infiltración y la función hidrológica a escala del sistema ambiental. Se acreditará con balance hídrico y medidas de control de escorrentía en el DTU.
AHU19	En zonas de recarga de acuíferos, se permite la instalación de espacios públicos con materiales que permitan la infiltración.	Se construirán las zanjas de infiltración en la zona de jardineras y áreas verdes. Se priorizarán superficies de infiltración conectadas a zanjas y fosas de sedimentación para maximizar recarga local y reducir picos de escorrentía, integrando especificaciones técnicas (coeficiente de infiltración, pendiente, mantenimiento).
AHU20	Las nuevas construcciones deben contener elementos que armonicen con la arquitectura y el paisaje natural a su alrededor (refiriéndose a escala en paramentos, sistemas constructivos y elementos representativos de la región)	Las edificaciones armonizarán con el paisaje regional mediante un entorno paisajístico con vegetación nativa y materiales compatibles con la arquitectura. Se incorporarán lineamientos de integración paisajística (ocultamiento de equipos, tratamiento de fachadas, barreras vegetales), evitando contrastes visuales. El cumplimiento se formaliza en memoria arquitectónica.
AHU21	En toda acción urbanística donde se requiera el recubrimiento del suelo, se deben de utilizar materiales permeables que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo	En toda superficie que requiera recubrimiento, se emplearán materiales que permitan infiltración (estacionamientos y jardineras) y se conectarán a SUDS para control hidráulico. El diseño considerará capacidad de retención y rutas de escurrimiento
AHU22	El proyecto no debe establecer asentamientos humanos de alta densidad	La densidad se controla mediante edificación vertical para reducir expansión horizontal y preservar áreas comunes; la intensidad de uso (COS/CUS, alturas y densidad) se ajusta al dictamen de uso de suelo y reglamento de zonificación vigente. La compatibilidad se sustenta en el expediente urbano, asegurando que no se configure un asentamiento irregular de alta densidad, sino un conjunto sustentable.
AHU23	La construcción de vivienda no debe realizarse en la superficie de amortiguamiento de instalaciones que puedan representar una amenaza químico-tecnológica	El predio no se ubica en zona de amortiguamiento de instalaciones con amenaza químico-tecnológica.
AHU24	Se deberá instalar un sistema de captación de agua pluvial en las edificaciones del proyecto para el riego de jardines y áreas verdes	Se instalarán sistemas de captación pluvial como las canaletas, bajantes, para riego de jardines y áreas verdes, reduciendo demanda de agua potable. El sistema se integrará al diseño hidráulico con capacidad

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		dimensionada a precipitación local y superficie de impermeable.
AHU25	Se deberán instalar impermeabilizantes de color blanco en los techos de las edificaciones del proyecto	Se contemplará impermeabilizante blanco o de alta reflectancia solar en techos, reduciendo ganancia térmica y efecto de isla de calor, y mejorando eficiencia energética del conjunto. La especificación se incorporará en catálogo de conceptos y memoria de acabados, con control de calidad en obra. Esta medida se complementa con aislamiento térmico y ventilación para disminuir cargas de enfriamiento y consumo eléctrico.
AHU26	La construcción de edificaciones no debe realizarse en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén identificadas dentro de las áreas de alto riesgo en el mapa de riesgo ante eventos naturales	Considerando la ubicación del proyecto y con cartografía de riesgo y reconocimiento de sitio, que el proyecto no invade áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras ni manglares, ni zonas clasificadas de alto riesgo ante eventos naturales.
AHU27	La pavimentación de nuevos accesos, avenidas y caminos de gran flujo vehicular deberá realizarse con concreto hidráulico o concreto permeable según las características del lugar	La pavimentación de accesos internos y vialidad de flujo se realizará con concreto hidráulico y/o concreto permeable según capacidad portante y requerimientos de infiltración, incorporando subbase drenante donde aplique. Se priorizará permeabilidad en estacionamientos y banquetas para favorecer recarga. El diseño incluirá pendientes, captación a SUDS y mantenimiento (limpieza de poros), evitando encharcamientos y degradación de la estructura vial.
AHU28	El proyecto debe realizar como medida ambiental compensatoria cinco veces la superficie afectada, ya sea en proyectos de Soluciones Basadas en la Naturaleza o de Adaptación Basada en Ecosistemas en el mismo Sistema Ambiental afectado o podrá ser transferido a otro sistema acordado, lo anterior debe realizarse para que se autorice el permiso correspondiente a través del resolutivo de impacto ambiental federal, la licencia ambiental única Federal o Estatal y la licencia de funcionamiento municipal ya sea nuevo, por renovación o ampliación.	Como compensación ambiental, el proyecto implementará medidas equivalentes a cinco veces la superficie afectada por cambio de uso de suelo, mediante el pago al fondo forestal más la compensación comprometida de forma directa por el proyecto.
CON1	Iniciar un proceso de reintroducción de fauna nativa en aquellas áreas donde haya sido desplazada	Se implementará rescate, reubicación y/o reintroducción asistida de fauna nativa desplazada, con ahuyentamiento previo, captura por personal acreditado y liberación en sitio ecológicamente compatible. Se incluirán bitácoras, georreferenciación, evaluación básica y monitoreo post-liberación, priorizando especies con mayor vulnerabilidad. La restauración/compensación generará hábitat sustituto para favorecer recolonización, reduciendo pérdida neta a escala del sistema ambiental.
CON2	Preservar las especies endémicas arbóreas	Se preservarán especies arbóreas endémicas o de importancia regional mediante inventario, marcaje, rescate y, cuando sea viable, trasplante/reubicación; adicionalmente se ejecutará reforestación con especies nativas locales. Se establecerán criterios de selección (diámetro, sanidad, fenología), manejo de material genético (semillas/esquejes) y metas de supervivencia

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		con reposición de fallas, asegurando continuidad florística regional.
CON3	El proyecto deberá considerar un manejo apropiado de los ecosistemas que conlleven la conservación y protección del sitio	El proyecto incorpora manejo ecológico del sitio: delimitación estricta del polígono, control de maquinaria, rescate de flora/fauna, control de erosión, manejo de residuos y restauración compensatoria. Se establecerá Programa de Vigilancia Ambiental con responsables, indicadores y medidas correctivas, garantizando conservación de servicios ambientales (infiltración, control de escorrentía, regulación microclimática) y reducción de impactos durante construcción y operación.
CON4	Los relictos de vegetación natural deben sujetarse a programas de protección, conservación y restauración	Los relictos de vegetación natural que corresponde al jardín central en el predio se sujetará a protección y manejo: cercado preventivo, señalización, prohibición de desmontes fuera del polígono autorizado y mantenimiento con especies nativas. Se integrarán como núcleos de conectividad interna (parches verdes a través de las jardineras) y se complementarán con restauración externa/compensatoria, estableciendo metas de recuperación (cobertura, diversidad) y monitoreo para asegurar su funcionalidad ecológica.
CON5	Las actividades que se llevan a cabo en las UGA's no deben interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos	Se evitará interrumpir corredores biológicos mediante diseño con franjas verdes, permeabilidad del suelo y minimización de iluminación intrusiva en bordes. En construcción se controlarán horarios, ruido y tránsito para reducir barreras temporales. La compensación/restauración añadirá continuidad de hábitat a escala local, favoreciendo desplazamientos de fauna pequeña y manteniendo el flujo ecológico en el sistema ambiental.
CON6	Debe contar con un inventario de flora y fauna que contenga datos de distribución	El proyecto cuenta con inventario de flora y fauna con datos de distribución, basado en muestreos por estratos y sitios de levantamiento georreferenciados, incorporando listados, abundancias y, en su caso, estatus de protección. El inventario se integra como línea base para medidas de rescate, reubicación y compensación, y se actualizará en etapas críticas (pre-obra y post-obra) para verificar cambios y eficacia de mitigación.
CON7	Debe realizarse un monitoreo continuo de las poblaciones de especies de flora y fauna con importancia ecológica, económica y comercial	Se realizará monitoreo continuo (al menos durante construcción y periodo inicial de operación) de poblaciones de flora/fauna de interés ecológico y/o comercial, mediante recorridos, fototrampeo cuando aplique y parcelas de seguimiento en áreas reforestadas. Se establecerán indicadores (supervivencia, cobertura, avistamientos, mortalidad), periodicidad, responsables y reportes, vinculando acciones correctivas (reposición, control de disturbio) a resultados del monitoreo.
CON8	Realizar estudios específicos que permitan delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a estatus y elaborar planes de manejo para su conservación	En caso de identificar especies con estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010), se delimitarán áreas de reproducción/refugio y se elaborarán zonas de exclusión o medidas de rescate especializado. Si el inventario

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		confirma ausencia de sitios críticos, se mantendrán medidas preventivas: vigilancia para evitar destrucción de nidos
CON9	Se permite el aprovechamiento de flora y fauna con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales, condicionado a los permisos establecidos por las autoridades competentes	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON10	Solo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) que cuenten con autorización de la autoridad competente y consentimiento del ejido	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON11	Establecer viveros e invernaderos para producción de plantas de ornato o medicinales y garantizar la preservación de las especies	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON12	El tránsito de vehículos automotores dentro de áreas de conservación debe realizarse sólo en los caminos designados y que cuenten con su verificación vehicular respectiva.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON13	Cualquier actividad recreativa que involucre el uso de vehículos automotores deberá ser acorde al programa de manejo y autorización de los ejidos	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON14	Las actividades no deben realizar desmontes, despalmes o cualquier tipo de remoción de la vegetación existente, con excepción de la instalación de infraestructura de servicios básicos	Se limitará el desmonte y remoción de vegetación exclusivamente al polígono autorizado y a infraestructura indispensable, con señalización y supervisión ambiental. No se permitirá despalme adicional; se implementará rescate de capa orgánica y reubicación de individuos factibles. La autorización de cambio de uso de suelo y el resolutivo del DTU condicionarán el cumplimiento, con sanciones internas y medidas correctivas por cualquier afectación fuera de límites.
CON15	Las actividades no deben provocar el desecamiento de los cuerpos de agua y humedales	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON16	Cualquier actividad productiva para realizar en la UGA debe garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales	La ejecución garantizará el mantenimiento de bienes/servicios ambientales mediante SUDS (infiltración y control de escorrentía), reforestación/compensación, control de erosión, reducción de emisiones por mantenimiento de maquinaria y manejo integral de residuos. Se establecerán metas verificables (supervivencia, cobertura, volumen retenido/infiltrado, reducción de sedimentos), integradas al Programa de Vigilancia Ambiental y reportes a la autoridad competente.
CON17	Se deberá establecer en el proyecto áreas de refugio de fauna silvestre para su protección	Se definirán áreas de refugio de fauna en zonas verdes internas y/o de compensación, con vegetación nativa, microhábitats (troncos, rocas, hojarasca controlada) y restricciones de acceso/perturbación. Se evitará iluminación directa hacia estas áreas y se establecerán

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		lineamientos de operación (no alimentación, control de mascotas, horarios). La medida se formaliza en el reglamento condominal y en el plan de manejo ambiental.
CON18	Se pueden establecer viveros para producción de plantas de ornato o medicinales para fines comerciales	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON19	La realización de actividades productivas y recreativas no se deben realizar en las zonas de anidación y reproducción de fauna y durante periodo de reproducción y alimentación	Se evitarán actividades constructivas en periodos y zonas con evidencia de anidación/reproducción, mediante inspección previa, rescate y establecimiento de zonas de exclusión temporales. Se implementará vigilancia continua para prevenir captura/cacería y destrucción de nidos/crías, con capacitación al personal y protocolos de hallazgo fortuito. El cumplimiento se verificará con bitácoras y reportes del supervisor ambiental.
CON20	El control de malezas se debe realizar únicamente por métodos mecánicos o biológicos, sin el uso de compuestos químicos de alta permanencia	El control de malezas se realizará preferentemente por métodos mecánicos (deshierbe manual, desbroce selectivo)
CON21	Mantener zonas de exclusión en áreas productivas y recreativas para la anidación y reproducción de fauna silvestre	Se mantendrán zonas de exclusión para anidación/reproducción cuando se detecten indicios (nidos, madrigueras, refugios), delimitando perímetros y restringiendo tránsito/ruido. La medida se integra al plan de rescate de fauna y al Programa de Vigilancia Ambiental, con inspecciones periódicas y levantamientos fotográficos. En operación, se conservarán parches de vegetación y refugios en áreas verdes para sostener microfauna y polinizadores.
CON22	El proyecto no deberá integrar especies invasoras o exóticas para el área y zona de influencia	No se incorporarán especies invasoras o exóticas en jardinería; las especies de flora será nativa y propia de la región, priorizando especies del inventario y proveedores autorizados. El criterio quedará condicionado en el proyecto de paisajismo, contratos de jardinería y reglamento de operación.
CON23	El proyecto debe realizar un diagnóstico del daño y evaluar el potencial de la regeneración y restauración natural en bosques incendiados o con plagas forestales	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON24	La vegetación ribereña debe ser conservada respetando su distribución natural en la orilla de los cuerpos y cauces de agua; cuando presente signos de deterioro, su recuperación será mediante reforestación con especies nativas y manejo de suelo para lograr su estabilidad	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto ya que no existe vegetación ribereña en el sitio del proyecto
CON25	Se deben realizar prácticas de preservación de la vegetación natural para el control de plagas y enfermedades, en lugar del uso de plaguicidas altamente tóxicos	Para control de plagas/enfermedades en áreas verdes se priorizarán prácticas preventivas: selección de especies nativas, diversidad vegetal, podas sanitarias y manejo de suelo, evitando plaguicidas altamente tóxicos. Se adoptará Manejo Integrado de Plagas (MIP) con monitoreo, umbrales de intervención y métodos mecánicos/biológicos. El cumplimiento se incorporará al plan de mantenimiento y a contratos con prestadores, con registro de aplicaciones y sustancias.

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
CON26	En los ecotonos no se debe realizar cualquier actividad productiva o extractiva	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON27	Las actividades deportivas en vehículos de tracción motorizada, como el motocross u otras relacionadas con cuatrimotos, no se deben realizar dentro de sitios prioritarios para la conservación	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON28	La actividad no podrá realizar uso de plaguicidas.	El proyecto no realizará uso de plaguicidas; en su defecto, cualquier control fitosanitario se ejecutará con métodos mecánicos/biológicos y sustancias permitidas de baja persistencia, conforme a normativa aplicable.
CON29	Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite dichos sitios	Cuando existan árboles muertos con evidencia de uso por fauna (cavidades, perchas), se evaluará su conservación segura en áreas de refugio o compensación; si por riesgo estructural deben retirarse, se rescatarán segmentos (troncos) para microhábitat en zonas verdes. La decisión se sustentará con dictamen técnico (riesgo) y supervisión ambiental, procurando mantener elementos de hábitat sin comprometer seguridad pública.
CON30	La reforestación debe realizarse con especies nativas y considerando los tres estratos de vegetación (herbáceo, arbustivo y arbóreo)	La reforestación/restauración se realizará con especies nativas, incorporando los estratos arbustivo y arbóreo para recuperar estructura y funcionalidad. Se definirán densidades, mezclas y calendario de plantación, con preparación de suelo, acolchado, riego de establecimiento y reposición de marras. Se fijarán metas de supervivencia y cobertura, monitoreo multianual y control de malezas sin químicos persistentes.
CON31	Cualquier modificación del paisaje, ya sea por obra civil, cambio de la cobertura del territorio, proyecto de infraestructura, agropecuario y de restauración o conservación debe establecer medidas para el control de la erosión	Toda modificación del paisaje por obra civil incorporará medidas de control de erosión: estabilización de taludes, barreras de sedimentos, fosas de retención, revegetación temprana y manejo de escorrentía mediante SUDS. Se programarán etapas de movimiento de tierra para evitar exposición en temporada de lluvias, y se implementará mantenimiento post-evento. El cumplimiento se verificará con inspecciones, bitácoras y correcciones inmediatas ante arrastres o cárcavas.
CON32	El establecimiento de rellenos sanitarios y/o sitios de disposición de cualquier tipo de residuos no se deben realizar en áreas de ecosistemas de vegetación primaria y regenerada	El proyecto no contempla rellenos sanitarios ni sitios de disposición; los residuos se trasladarán a infraestructura autorizada conforme al plan.
CON33	Los herbicidas deben ser biodegradables	No se contempla uso de herbicidas; en caso excepcional, solo se permitirían biodegradables bajo control y, en su caso, autorización aplicable.
CON34	El desmonte no debe de realizarse fuera de áreas de aprovechamiento forestal, agropecuario y urbano y/o sin previa autorización	El desmonte se ejecutará únicamente con autorización previa (CUSTF) y dentro de áreas permitidas; se prohíbe cualquier remoción fuera del polígono autorizado. Se establecerán controles de acceso, señalización perimetral, supervisión ambiental y reportes a la autoridad conforme a resolutivo. Se aplicarán medidas de compensación/restauración y, en su caso, rescate de flora para reducir pérdida neta.

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
CON35	Las brechas y veredas dentro de las selvas y bosques ya existentes deben implementar acciones para conservar el suelo, evitar la erosión, y permitirán la continuidad hídrica	Se evitará apertura innecesaria de nuevos trazos y se restaurarán huellas temporales al término de obra. La medida se integra al plan de manejo de escorrentía (SUDS) y a la estrategia de control de sedimentos.
CON36	La vegetación ribereña debe ser conservada respetando su distribución natural en la orilla de los cuerpos y cauces de agua; cuando presente signos de deterioro, su recuperación será mediante reforestación con especies nativas y manejo de suelo para lograr	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto al no poseer vegetación ribereña
CON37	Establecer un programa de restauración por un periodo no menor al necesario que asegure la recuperación de la funcionalidad del ecosistema en los predios que hayan presentado al menos un incendio natural o antropogénico	El programa de reforestación del predio de compensación adicional está considerado para 5 años, tiempo suficiente para recuperar la funcionalidad del ecosistema
CON38	Permitir el libre tránsito o movimientos de ejemplares felinos en corredores biológicos o áreas naturales protegidas	Este criterio no aplica no existe corredores biológicos en la zona del proyecto
CON39	Realizar estudios para el desarrollo de alternativas productivas para el aprovechamiento sustentable	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
CON40	El proyecto deberá realizar actividades para retener los sedimentos con represamientos escalonados u otras técnicas de conservación de suelo como infraestructura verde para disminuir los procesos erosivos y de degradación de éste.	Para retener sedimentos y disminuir erosión se implementarán plataformas y fosas de sedimentación y zanjas infiltrantes, además de infraestructura verde (jardineras) que reduzca energía de escorrentía. Se incluirán barreras temporales durante obra y estabilización vegetal definitiva.
EE1	Se deberá sectorizar el alumbrado mediante sistemas de control de la iluminación completos que combinan sistemas de control de tiempo, sistemas de control de la ocupación, sistemas de aprovechamiento de la luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación mediante la instalación de circuitos independientes	El alumbrado se sectorizará mediante circuitos independientes y sistemas de control (temporizadores, fotoceldas, sensores de presencia y, donde proceda, gestión centralizada), optimizando consumo y seguridad. Se definirá zonificación luminotécnica por uso (andadores, estacionamientos, accesos) y horarios, evitando sobre-iluminación. El criterio se incorporará al proyecto eléctrico y al manual de operación, con registros de mantenimiento preventivo.
EE2	Se deberá utilizar iluminación LED para los espacios públicos del proyecto	Se utilizará iluminación LED en espacios públicos por su mayor eficiencia y vida útil, con especificación de temperatura de color compatible con fauna (evitar azules intensos en bordes), ópticas de corte total y luminancias conforme a norma. Se reducirá contaminación lumínica mediante luminarios dirigidos y alturas controladas. La medida quedará en catálogo eléctrico y se verificará en la recepción de obra, con reposición por fallas y control de garantías.
EE3	Cualquier infraestructura a desarrollar deberá incorporar sistemas de autogeneración de energía limpia, complementarios a la red central	Se evaluará e incorporará autogeneración de energía limpia complementaria (fotovoltaico en azoteas/áreas comunes) para abatir consumo de red en alumbrado y servicios. El dimensionamiento se sustentará en estudio de carga, radiación local y factibilidad interconexión. Se integrará en el proyecto ejecutivo y, de implementarse, se considerarán protecciones, inversores certificados y mantenimiento, con medición y reporte de generación.

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
EE4	La edificación deberá integrar un envolvente térmico que integre el confort térmico con la finalidad del uso de la energía en equipos de ventilación o enfriamiento	La envolvente térmica incorporará criterios de confort (aislamiento en cubierta, materiales de baja conductividad, sombreados, ventilación cruzada) para reducir uso de enfriamiento. Se considerarán acabados de alta reflectancia y control de ganancias por acristalamientos. La solución se definirá en proyecto arquitectónico-bioclimático y memoria de cálculo térmico, asegurando reducción de cargas y mejor desempeño energético sin comprometer habitabilidad.
EE5	Se deberán digitalizar los sistemas energéticos en las edificaciones con la finalidad de mantener un gasto energético uniforme en sistemas de baja a media	Se digitalizarán sistemas energéticos en edificaciones/áreas comunes para mantener gasto uniforme: medición por circuitos, tableros con monitoreo, control de alumbrado por horarios y registro de consumos. Se habilitará lectura y análisis para optimización, detección de consumos anómalos y mantenimiento predictivo. La medida se integra en especificaciones eléctricas y en el sistema de administración condominal, con reportes periódicos y acciones correctivas.
EE6	Se debe contar con una certificación de eficiencia energética validada por las instituciones competentes	Se procurará certificación o verificación de eficiencia energética conforme a mecanismos reconocidos por instituciones competentes (según alcance y factibilidad), o bien cumplimiento demostrable de normas y buenas prácticas (iluminación eficiente, envolvente térmica, equipos de alta eficiencia).
EE7	Deberá implementar sensores de movimiento en las diferentes áreas del proyecto, con la finalidad de reducir el consumo eléctrico	Se implementarán sensores de movimiento/presencia en pasillos, escaleras, estacionamientos y áreas de servicio para reducir consumo eléctrico, con tiempos de retardo y niveles mínimos de seguridad. Se integrará fotocontrol para luminarias exteriores y atenuación (dimming) en horarios cuando sea compatible.
EE8	El promovente deberá establecer un Sistema de Gestión de la Energía que permita aportar soluciones en cuanto a la motorización, análisis y control de la energía	El promovente establecerá un Sistema de Gestión de la Energía para áreas comunes (política, objetivos, indicadores de consumo, mantenimiento, mejora continua), con responsables y registros. Se incluirán acciones de motorización eficiente, análisis de cargas y control operativo (horarios, sensores, mantenimiento).
EE9	La edificación debe contar con un diagrama de flujo	La edificación contará con diagrama(s) de flujo de los sistemas energéticos (alimentaciones, tableros, circuitos críticos, cargas principales) y procedimientos de operación/mantenimiento, facilitando gestión, seguridad y respuesta a contingencias.
EE10	Deberán considerarse diseño bioclimático en la instalación para reducir el consumo eléctrico	Se considerará diseño bioclimático para reducir consumo: orientación y control solar, ventilación natural, sombreados, patios/vanos, materiales con inercia térmica y colorimetría reflectante. Se integrará en el proyecto arquitectónico y se justificará mediante criterios climáticos locales.
EE11	Se deberán instalar que la edificación tenga espacios de luz natural según las necesidades lumínicas de los espacios	Se garantizarán espacios con iluminación natural suficiente conforme a necesidades lumínicas, mediante vanos dimensionados, patios de luz y control de deslumbramiento. Esto reduce dependencia de iluminación artificial diurna. La solución se incorpora al

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
		proyecto ejecutivo (planos, secciones, especificaciones de vidrio) y se complementa con luminarias LED y controles, asegurando desempeño integral de confort visual y eficiencia energética.
EE12	Deberán instalarse puertas y ventanas que aseguren un cierre totalmente hermético para mantener la temperatura en el interior	Se instalarán puertas y ventanas con adecuado sellado (perfiles herméticos) para mantener temperatura interior y mejorar eficiencia de enfriamiento, reduciendo infiltraciones de aire húmedo. Se especificarán características de carpintería y calidad de instalación, con pruebas de funcionamiento y mantenimiento preventivo. Esta medida se integra con envolvente térmica y sombreados, disminuyendo cargas energéticas y mejorando confort en clima cálido.
EE13	El promovente deberá realizar un plan de mantenimiento preventivo en cada proceso, maquinaria o equipo	Se ejecutará plan de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones (bombas, tableros, alumbrado, elevadores si aplica, sistemas de captación/pluvial). El plan minimiza fallas, mejora eficiencia energética y prolonga vida útil. Se incorporará al manual de operación del condominio y a contratos de servicio, con indicadores de cumplimiento y acciones correctivas.
EE14	Deberán instalar equipos que generen al menos el 60% de la energía eléctrica alternativa en el sitio	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
EE15	El uso de electrónicos deberá ser eficiente y que contenga el etiquetado de los ahorros energéticos.	El uso de electrónicos/equipos será eficiente, priorizando selección con etiquetado de ahorro energético y especificaciones de alto desempeño. En áreas comunes se utilizarán equipos eficientes (motores, bombas con variadores cuando aplique) y se promoverán buenas prácticas de consumo.
RES1	Se debe utilizar en la restauración vegetación nativa. RES2	La restauración y compensación se ejecutará con vegetación nativa local, asegurando compatibilidad ecológica y recuperación funcional. Se definirán especies por estrato, densidades, manejo de suelo, riego de establecimiento y reposición de fallas. Se fijarán metas de supervivencia y cobertura, con monitoreo y reportes, garantizando que la compensación contribuya a recuperar servicios ambientales (infiltración, control de erosión, hábitat).
RES2	No se permite la remoción de la vegetación nativa en áreas aledañas a la zona de restauración con excepción a proyectos de infraestructura de servicios básicos. RES3	No se removerá vegetación nativa en áreas aledañas a las zonas de restauración. Se delimitarán polígonos, se señalizarán y se mantendrá supervisión ambiental para evitar afectación indirecta (tránsito, acopio). El cumplimiento se acreditará con planos georreferenciados, bitácoras y evidencias fotográficas durante la ejecución.
RES3	Se deben proteger los márgenes de los ríos, manantiales y arroyos con una barrera natural de especies arbóreas nativas hasta de 20 metros después de la zona federal. RES4	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
RES4	Se deben establecer acciones concertadas e integrales para la prevención e intervención en caso de peligros hidrometeorológicos y la restauración de las áreas afectadas. RES5	Se incorporarán acciones preventivas ante peligros hidrometeorológicos (manejo pluvial, retención de sedimentos y contingencias) y restauración de áreas afectadas.

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
RES5	Se deben realizar estudios para definir las estrategias de restauración a través de Soluciones Basadas en la Naturaleza	Las técnicas propuestas son estrategias de restauración con Soluciones Basadas en la Naturaleza, integrando objetivos de infiltración, control de erosión y recuperación de cobertura vegetal. Se priorizarán acciones como reforestación nativa multiestrato, jardines infiltrantes, cunetas y manejo de suelo. Se establecerán indicadores de desempeño (cobertura, supervivencia, reducción de sedimentos) y monitoreo multianual, vinculados a condicionantes del resolutivo ambiental.
RES6	Se deben implementar tecnologías de bajo impacto ambiental a los cuerpos de agua	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
RES7	Establecer los programas y acciones concertadas e integrales para la prevención y el combate contra los incendios y la restauración de las áreas incendiadas. RES8	Se establecerán medidas preventivas y protocolo contra incendios en obra/operación y restauración en caso de afectación, conforme a seguridad y autoridad.
RES8	Deben conservarse todos los acahuales y fomentar su regeneración natural	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
RES9	Se debe realizar la restauración de los bordes de los ríos (reforestando con especies nativas) y la calidad del agua	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
RES10	Realizar el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes	Se implementará restablecimiento y protección de poblaciones de flora y fauna afectadas mediante rescate, reubicación y restauración/compensación, priorizando especies nativas. Se establecerán medidas de no perturbación, vigilancia para evitar captura/caza y monitoreo. Se documentarán resultados (listas, coordenadas, supervivencia, avistamientos) y se ejecutarán acciones correctivas (reposición, refuerzo de hábitat).
RES11	Restaurar la vegetación riparia con especies nativas y adecuadas para este ecosistema	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
RES12	Se debe reintroducir fauna nativa en aquellas áreas donde haya sido desplazada	Se aplicará rescate, reubicación y, en su caso, reintroducción de fauna nativa conforme al Programa de Fauna y criterios técnicos.
RES13	La actividad debe de realizar actividades de restauración del ecosistema y una vez que se haya logrado la recuperación, se gestionará la declaración como zona prioritaria de conservación de competencia federal o estatal	Aplicable. Se realizarán actividades de restauración del ecosistema en áreas de compensación con seguimiento hasta lograr recuperación funcional (cobertura, estructura, estabilidad del suelo). Una vez alcanzadas metas, se podrá gestionar, si procede, su reconocimiento como zona prioritaria de conservación conforme a competencia y acuerdos con autoridades/propietarios. El criterio se instrumenta mediante programa multianual con indicadores, monitoreo y evidencias.
RES14	La actividad no debe realizar cualquier actividad productiva en tanto no se logre la recuperación de sus condiciones naturales. Una vez que se haya logrado lo anterior, la unidad será designada a aprovechamiento con restricciones ecológicas que garanticen la permanencia de la biota y sus condiciones naturales	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto

Clave	Criterio	Vinculación del Proyecto
RES15	En terrenos con problemas de erosión o degradación se deben aplicar prácticas de restauración ecológica	En zonas con erosión o degradación se aplicarán prácticas de restauración ecológica: revegetación nativa, control de escorrentía, barreras vivas y obras de retención de sedimentos.
RES16	En áreas con pendientes mayores a 8% se debe conservar o en su caso restaurar la vegetación del sotobosque.	En áreas con pendientes >8% se conservará y/o restaurará vegetación del sotobosque para estabilización y control de erosión.

III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL 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 58 “Manzanillo”.

Tabla 9. Unidad Gestión Ambiental del POET de Manzanillo y aplicables al proyecto

UGA	Nombre	Política	Estrategia ambiental	Lineamientos Ambientales (Metas)	Criterios
58	Manzanillo	Aprovechamiento	A(b)	Dar seguimiento periódico al Plan de Desarrollo Urbano	AhVi01 AhVi02 AhVi03 AhVi04 AhVi05 AhVi06 AhVi07 AhVi08 AhVi09 AhVi10 AhVi11 AhVi12 AhVi13 AhVi14 AhVi15 AhVi17 Tu01 Tu02 tu03 Tu04 Tu06 Tu08 Tu09 Tu10 Tu11 Tu12 Tu13 Tu14 Tu15 Tu16 Fo02

Tabla No. III.1 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGA.

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
AhVi01	Cualquier desarrollo inmobiliario o de vivienda deberá respetar las normas de los Planes de Desarrollo Urbano, las disposiciones del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima y, para su autorización, deberán seguir	El proyecto se desarrolla dentro del **marco de planeación urbana municipal**, al contar con **dictamen de vocacionamiento positivo** y con **autorización de Programa Parcial de Urbanización (Folio UR-52)**, vinculando el uso habitacional con la zonificación

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	los principios del Código de Edificación de Vivienda emitido por la Comisión Nacional de Vivienda.	aplicable. La fase 1 se ejecuta en un **lote de 0.9749 ha (9,749 m²)** mediante **condominio vertical** (2 torres) y su implementación queda condicionada a licencias y dictámenes municipales conforme a PDU y reglamentos vigentes.
AhVi02	Cualquier tipo de desarrollo inmobiliario o de servicios nuevos en la UGA requerirá de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo a las modalidades y términos de referencia que emitan las autoridades de los tres órdenes de gobierno en el ámbito de sus competencias.	El proyecto **cumple** al someterse a evaluación mediante **DTU-B** para obtener autorización en **Impacto Ambiental** y **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**. La fase 1 considera **0.9308 ha** de superficie forestal sujeta a CUSTF dentro del predio de **0.9749 ha**, por lo que la autorización se gestiona conforme a los términos de referencia de la autoridad competente.
AhVi03	La dotación de servicios, equipamiento e infraestructura urbana en la UGA será siempre a cargo del desarrollador. Los servicios, equipamiento e infraestructura se refiere a los siguientes rubros establecidos por la Comisión Nacional de Vivienda:	La dotación de infraestructura y servicios se **asume por el promovente** e integra obras internas del conjunto en la fase 1 (**0.9749 ha**), incluyendo áreas de vialidad interna, circulación y áreas verdes. El proyecto se vincula al POET al prever infraestructura funcional para **117 departamentos** (2 torres) y operar con servicios urbanos formales (agua, drenaje, electricidad, residuos), sin transferir costos de urbanización al Ayuntamineto.
AhVi03	Agua potable. Con factibilidad del servicio emitido por la Comisión Estatal del Agua de Colima y del Organismo Operador de Agua Potable en Manzanillo, en el ámbito de sus competencias, para todo el desarrollo y por conducto de toma domiciliaria y con garantía de cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización y la NOM-179-SSA1-1998, Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.	El abastecimiento se proyecta mediante **interconexión a la línea principal de distribución** ubicada sobre **Blvd. Miguel de la Madrid Hurtado**, con **red interna en PVC** para distribución a las unidades y áreas comunes. Durante construcción, el suministro se realiza por **pipa** exclusivamente para actividades de obra, manteniendo separación sanitaria y control de consumos.
AhVi03	Aguas residuales y drenaje. A través de conexión al albañal (descarga domiciliaria) y con garantía de cumplimiento de la NOM-002-Semarnat-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; o, en su caso, fosa séptica si la Comisión Estatal del Agua de Colima y el Organismo Operador de Agua Potable en Manzanillo, en el ámbito de sus competencias, lo aprueba n y en cumplimiento de la NOM-001-Semarnat-1996 y la NOM-006-Conagua-1997 fosas sépticas – especificaciones y métodos de prueba.	En construcción se emplean **sanitarios móviles** con recolección y tratamiento por empresa prestadora autorizada. En operación, las descargas sanitarias se **conectan a la red municipal de drenaje operada por CAPDAM**, evitando descargas directas al suelo o a cuerpos receptores y cumpliendo el esquema de alcantarillado urbano aplicable.
AhVi03	Aguas pluviales. Que cuente con drenes marginales para la eliminación de las aguas pluviales excedentes con áreas disponibles para la disposición de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de conformidad con lo	El proyecto incorpora manejo de escorrentías y control de erosión acorde con su topografía (pendiente media reportada **~27%**), mediante obras de **conservación de suelo y agua** que estabilizan superficies expuestas y reducen arrastres. El manejo pluvial se integra al diseño

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	establecido por la Comisión Estatal del Agua de Colima.	de urbanización y a medidas preventivas para evitar concentraciones de flujo, en congruencia con el POET y la protección del suelo.
AhVi03	Energía eléctrica. Debe contar en la vialidad de acceso al terreno y cumplir con la normatividad que establece la Comisión Federal de Electricidad y empleando preferentemente el uso de energías alternativas en los esquemas de cogeneración que tiene la Comisión Federal de Electricidad.	La electrificación se plantea con **toma desde la red existente en Blvd. Miguel de la Madrid Hurtado**, con **red híbrida**: **baja tensión subterránea** y **media tensión aérea**, conforme a especificaciones técnicas del prestador (CFE). La infraestructura se ejecuta por el promovente como parte de las obras de la fase 1 para atender la demanda del conjunto de **117 unidades**.
AhVi03	Alumbrado público. Según necesidades del Conjunto Urbano normadas por el municipio de Manzanillo.	El alumbrado del conjunto se implementa como infraestructura interna del desarrollo y se diseña conforme a requerimientos municipales para accesos y áreas comunes. La instalación queda integrada al proyecto ejecutivo y a la validación correspondiente para operación del conjunto, asegurando niveles de iluminación funcional y seguridad vial peatonal.
AhVi03	Vialidad. Debe contar con vialidad de acceso al terreno.	El predio cuenta con acceso directo por vialidad primaria (**Blvd. Miguel de la Madrid Hurtado**) y vialidades internas del proyecto. En la fase 1 se destinan **2,577 m²** a **camino interno** y **974 m²** a **áreas de tránsito**, garantizando conectividad operativa del conjunto sin apertura de caminos externos adicionales.
AhVi03	Guarniciones. Se requiere para habitar el desarrollo de acuerdo a la normatividad aplicable del estado de Colima.	Las guarniciones se integran como parte de la urbanización interna del conjunto y se ejecutan a cargo del promovente en las áreas de circulación y vialidades del proyecto. Su aceptación se sujeta a la validación técnica municipal aplicable para habitabilidad y operación, conforme al marco urbano estatal y municipal vigente.
AhVi03	Pavimentación en vialidades. Se requiere para habitar el desarrollo de acuerdo a la normatividad aplicable para el estado de Colima, las normas que marca la Secretaría de Desarrollo Social –en todas sus modalidades- y contar con la aprobación y validación de las Dirección de Obras Públicas municipales del ayuntamiento.	La pavimentación de vialidades internas forma parte de las obras de urbanización del proyecto, particularmente en el **camino interno (2,577 m²)** y zonas de circulación. La ejecución se realiza conforme a especificaciones y validación de la autoridad municipal competente, como condicionante para operación y seguridad de accesos.
AhVi03	Telefonía. De acuerdo a la factibilidad del servicio	El desarrollo considera la habilitación de infraestructura interna para **telefonía e internet** como servicios del conjunto, conforme al proyecto ejecutivo. La factibilidad y conexión a redes de telecomunicaciones se gestionan con el proveedor autorizado.
AhVi03	Gas. Se requiere para habitar el desarrollo de conformidad con la validación y aprobación de las direcciones de Protección Civil municipales.	La instalación de gas (si se implementa en el conjunto) se ejecuta conforme al proyecto ejecutivo y a la normatividad de seguridad aplicable. La operación se condiciona a la validación de **Protección Civil municipal** y a las medidas de seguridad previstas para minimizar riesgos en un desarrollo de **117 departamentos**.
AhVi03	Seguridad. Se deberá presentar un proyecto de seguridad validado y aprobado por las Dirección	El proyecto opera bajo régimen de condominio, por lo que integra condiciones de control operativo y

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	de Seguridad Pública municipal correspondiente.	seguridad en accesos, circulación y áreas comunes. La validación del esquema de seguridad se tramita ante la autoridad municipal correspondiente, conforme a los requisitos aplicables para autorización y funcionamiento del conjunto habitacional.
AhVi03	Transporte Público. Acuerdo con la dirección de Tránsito Municipal correspondiente para la provisión del servicio.	El proyecto se inserta sobre un corredor vial urbano (Blvd. Miguel de la Madrid Hurtado), lo que permite su integración funcional a la movilidad existente.
AhVi03	Limpia y disposición de residuos sólidos urbanos. Contar con la aprobación y visto bueno de la dotación de servicio de recolección de basura y disposición final de residuos por parte de la autoridad municipal y estatal correspondientes.	En construcción (hasta **25 trabajadores**) se estiman **9 ton/año** de RSU, con contenedores diferenciados y traslado al **relleno sanitario municipal**. En operación se prevé manejo con acopio, separación de reciclables (PET, cartón, aluminio, vidrio) y recolección programada; el transporte a disposición final se realiza mediante logística del proyecto conforme a disposiciones municipales.
AhVi03	Mobiliario Urbano. Deberá desarrollarse conforme a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Desarrollo Social federal y tomando en consideración el empleo de materiales de bajo costo de mantenimiento, diseño sustentable e integrados a los lineamientos de imagen urbana que las autoridades municipales establezcan.	El mobiliario de áreas comunes se integra a la urbanización interna del conjunto y se diseña para baja demanda de mantenimiento y operación segura del espacio. Su implementación se alinea a lineamientos municipales de imagen urbana y a criterios de funcionalidad del proyecto (circulaciones, áreas comunes y accesos), sin generar infraestructura pública externa.
AhVi03	Servicios ambientales. espacios que deben contar con arbolado.	El proyecto incorpora **3,504 m² de áreas verdes (35.94% del predio)**, diseñadas para sostener cobertura vegetal y arbolado en áreas comunes. Adicionalmente, contempla compensación ecológica mediante restauración/reforestación externa en **1.1 ha**, reforzando la provisión de servicios ambientales (sombra, infiltración, captura de carbono y hábitat).
AhVi04	Para cualquier desarrollo inmobiliario y de servicios en la UGA se deberá demostrar en la MIA cómo el desarrollador proveerá de servicios, equipamiento e infraestructura urbana referidos en el lineamiento AhVi03.	El DTU-B documenta la provisión de infraestructura y servicios a cargo del promovente, incluyendo agua potable (red interna), drenaje (conexión CAPDAM), electricidad (red híbrida) y manejo de residuos. El proyecto define superficies funcionales para operación (vialidades internas, tránsito y áreas verdes) en un predio de **0.9749 ha**, garantizando autosuficiencia operativa del conjunto.
AhVi05	Las licencias de construcción estarán condicionadas a que el desarrollador presente las garantías suficientes a manera de seguros o fianzas a favor del fideicomiso ambiental para asegurar las condicionantes provistas en los resolutivos de impacto ambiental que emitan las autoridades correspondientes de acuerdo a las previsiones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente y la Ley Ambiental Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.	El cumplimiento se asegura mediante la integración de **garantías ambientales (fianza o seguro ambiental)** conforme lo establezca el resolutivo de impacto ambiental aplicable, en favor del fideicomiso ambiental competente. La gestión de licencias se condiciona al cumplimiento de medidas, programas y obligaciones ambientales del DTU-B, incluyendo mitigación, compensación y control de impactos durante la ejecución.

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
AhVi06	Se deberá incentivar desde el punto de vista fiscal a aquellos desarrollos o inmuebles que demuestren la aplicación de técnicas de ahorro y reciclamiento de agua. Las ecotecnias susceptibles de éstos estímulos son las certificadas por el Instituto de Fomento a la Vivienda dentro de su programa "Hipotecas Verdes".	**El estímulo fiscal es atribución de la autoridad**, por lo que su otorgamiento no depende del promovente. Sin embargo, el proyecto se vincula al criterio al implementar suministro formal desde red urbana y al incorporar **capacitación/concientización** para el **uso eficiente del agua** en operación del conjunto habitacional (117 unidades), de manera consistente con criterios de ahorro hídrico.
AhVi07	Incentivar desde el punto de vista fiscal a aquellos desarrollos o inmuebles que demuestren la aplicación de técnicas de ahorro de energía así como su uso equilibrado. Las ecotecnias susceptibles de éstos estímulos son las certificadas por el Instituto de Fomento a la Vivienda dentro de su programa "Hipotecas Verdes".	**El estímulo fiscal es atribución de la autoridad**, por lo que su otorgamiento no depende del promovente. Sin embargo, el proyecto se vincula al criterio al implementar suministro formal desde red urbana y al incorporar **capacitación/concientización** para el **uso eficiente del agua** en operación del conjunto habitacional (117 unidades), de manera consistente con criterios de ahorro hídrico.
AhVi08	Para la autorización y otorgamiento de la licencia de construcción el desarrollador deberá presentar un plan de manejo de "Residuos de manejo especial" correspondiente a los residuos de construcción con base en lo estipulado en los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima así como la Ley Ambiental Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima y sus reglamentos. El plan de manejo deberá considerar los mecanismos para la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos, así como su disposición final.	El proyecto **cuenta con Plan de Manejo Integral de Residuos**, que incluye residuos de construcción y mantenimiento (RME), con separación, acopio y disposición en sitios autorizados. Se prevé **30 ton** de residuos de manejo especial y el aprovechamiento interno de materiales edáficos/pétreos del desmonte-despalme cuando sea técnicamente viable, priorizando reciclaje y valorización antes de la disposición final.
AhVi09	La Autoridad Ambiental Estatal y las autoridades municipales, en el ámbito de sus competencias, deberán realizar auditorías o inspecciones al menos una vez, durante la etapa de construcción de un desarrollo inmobiliario con referencia al cumplimiento del Plan manejo de los "Residuos de Manejo Especial", producto de la construcción, referido en el lineamiento "AhVi08" y estar conforme con los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima y Ley Ambiental Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima y sus reglamentos.	El proyecto se vincula al criterio al establecer procedimientos verificables: bitácoras de obra, control de acopios, evidencia de separación, y trazabilidad de transporte/disposición final. Se garantiza acceso a inspecciones durante construcción y entrega de documentación del plan de manejo (RSU y RME), facilitando la auditoría por autoridad estatal/municipal conforme a sus competencias.
AhVi10	Las Áreas de donación que marcan las disposiciones del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima, en su caso, deberán estar aledañas a la zona federal de cauces y arroyos.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
AhVi11	Sólo podrán autorizarse desarrollos inmobiliarios y de servicios en la UGA en sitios	El proyecto se integra a un polígono con **vocacionamiento positivo** y **Programa Parcial de**

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	fuera de las zonas de riesgo señaladas en el Atlas de Riesgo del municipio de Manzanillo.	**Urbanización UR-52**, instrumentos municipales que condicionan compatibilidad territorial y restricciones aplicables sin que se encuentre en una zona de riesgo.
AhVi12	Se deberá fomentar la consolidación e integración de la infraestructura y equipamiento urbano de saneamiento de la UGA.	El proyecto consolida infraestructura de saneamiento al operar con **conexión a drenaje municipal (CAPDAM)** y manejo formal de residuos, evitando esquemas dispersos o descargas no controladas. Al desarrollarse en **0.9749 ha** con **117 unidades** en vertical, concentra demanda y facilita operación eficiente de servicios urbanos existentes, en congruencia con la integración de saneamiento en la UGA.
AhVi13	En caso de ser autorizado un desarrollo inmobiliario o de servicios, en el resolutivo correspondiente deberá establecerse que el promovente aporte el 2.0% del valor declarado de su proyecto a favor del Fideicomiso Ambiental estipulado en el Art. 69 de la Ley Ambiental Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima e incorporar garantías ambientales (fianza o seguro ambiental) a favor del mismo fideicomiso ambiental con fin de promover los costos de conservación de la UGA.	El valor declarado del proyecto es **$75,000,000.00 MXN**, por lo que el **2.0% equivale a $1,500,000.00 MXN**, monto que se aportará al fideicomiso ambiental cuando sea establecido en el resolutivo aplicable. Asimismo, se integrarán **garantías ambientales (fianza/seguro)** a favor del fideicomiso, alineadas al cumplimiento verificable de condicionantes ambientales del DTU-B.
AhVi14	En caso de ser autorizado, el tamaño de lote mínimo para los nuevos desarrollos inmobiliarios dentro de la UGA se sujetarán a las disposiciones del Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima así como el Plan de Desarrollo Urbano, los Planes Parciales de Desarrollo Urbano y este propio ordenamiento.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
AhVi15	Se deberá desalentar el establecimiento de asentamientos humanos.	El proyecto se ejecuta dentro de un instrumento de planeación urbana (**UR-52**) y bajo régimen formal de condominio, evitando la ocupación irregular y el crecimiento disperso. Al concentrar **117 departamentos** en **2 torres** dentro de **0.9749 ha**, promueve densificación planificada y reduce presión de expansión sobre áreas naturales del entorno, alineándose con el control territorial del POET.
AhVi16	Desalentar el establecimiento de asentamientos humanos.	El proyecto se implementa como desarrollo planificado, con autorizaciones urbanas y ambientales, reduciendo incentivos a asentamientos informales por oferta de vivienda regular y servicios formales. Su configuración vertical (**117 unidades**) en un polígono urbano autorizado limita expansión horizontal, contribuyendo al ordenamiento del crecimiento humano conforme al enfoque de regulación del POET.
AhVi17	Se deberá promover e impulsar el establecimiento de áreas verdes con el propósito de alcanzar una superficie mínima de 10 m2/hab.	El proyecto integra **3,504 m²** de áreas verdes (**35.94%** del predio de **9,749 m²**), lo que permite cumplir el estándar de **10 m²/hab** hasta una ocupación máxima de **350 habitantes**. La operación del condominio establecerá control de uso y mantenimiento de áreas verdes para asegurar su permanencia y funcionalidad ecológica (arbolado, infiltración y hábitat urbano).

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
Tu01	Cualquier tipo de desarrollo inmobiliario turístico o de servicios nuevos en la UGA requerirá de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo a las modalidades y términos de referencia que emitan las autoridades de los tres órdenes de gobierno en el ámbito de sus competencias.	El proyecto se tramita mediante **DTU-B**, integrando **Impacto Ambiental** y **CUSTF**, conforme a LGEEPA y su Reglamento, ante las autoridades competentes. El predio tiene **10.8425 ha** y se ubica en el cruce de **Blvd. Miguel de la Madrid y Av. Península**, con uso de suelo **Turístico Hotelero densidad media (TH-3)**. La EIA considera **117 unidades** en vivienda vertical y dos torres de **9 y 10 niveles**.
Tu02	Los desarrollos inmobiliarios turísticos deberán cumplir con todos los criterios de regulación ecológica del sector Asentamientos Humanos y Vivienda ("AhVi").	Dado el **uso de suelo TH-3**, el proyecto asume como condicionantes de planeación los criterios del sector **Asentamientos Humanos y Vivienda (AhVi)** aplicables al tipo de desarrollo. El diseño considera dotación de servicios e infraestructura interna propia del conjunto (hidrosanitaria, eléctrica, pluvial, seguridad y control), conforme proyecto ejecutivo. La gestión ambiental se integra en programas operativos (manejo de residuos, rescate/reubicación de biota, conservación de suelo y agua) incluidos en el DTU.
Tu03	En aquellos desarrollos turísticos costeros, las construcciones deberán realizarse a partir del segundo cordón de dunas. Para ello, en la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente tendrá que realizarse un estudio técnico específico que delimite dicho cordón.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu04	La construcción de infraestructura de apoyo náutico deberá tomar en consideración, dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental respectiva, la densidad y distribución de fauna y flora bentónicas.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu05	En caso de actividades recreativas sobre la playa, la licencia de funcionamiento correspondiente estará sujeta al otorgamiento de un visto bueno técnico por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Autoridad Ambiental Estatal, en el ámbito de sus competencias, para evitar disrupciones con el hábitat de reproducción de tortugas marinas.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu06	Se deberá fomentar y favorecer los programas para la mejora de la prestación de servicios turísticos en la UGAT.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu07	Se deberá fomentar los programas oficiales de turismo rural en la UGA.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu08	La Autoridad Ambiental Estatal fomentará a través de convenios de coordinación con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente la realización, de visitas de inspección periódicas a las instalaciones turísticas con referencia al manejo de sus residuos conforme a los lineamientos y procedimientos que marca la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la Ley Ambiental	El proyecto incorpora **Plan de Manejo de Residuos** y dispone un esquema de acopio, señalización y retiro **semanal** de RSU hacia el **relleno sanitario de Manzanillo**, priorizando valorización/reciclaje cuando sea viable. Durante obra se implementa separación de reciclables (PET/cartón/aluminio/vidrio) y control de residuos de construcción; el transporte y disposición se realizarán conforme sitios autorizados por autoridad municipal. El esquema está orientado a facilitar

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	Para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.	**verificación/inspección** de cumplimiento mediante bitácoras y control operativo en sitio (acopios, rutas y frecuencias).
Tu09	La Autoridad Ambiental Estatal fomentará a través de convenios de coordinación con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente la realización, de visitas de inspección periódicas a las instalaciones turísticas con respecto al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera (NOM-035-Semarnat-1993, NOM-043-Semarnat-1993- en caso de contar con calderas en sus establecimientos-) y de calidad de agua (NOM-001-Semarnat-1996 y NOM-002-Semarnat-1996) así como de las obligaciones administrativas que las empresas tengan en materia de emisiones a la atmósfera y descarga de aguas residuales.	Emisiones en construcción: se minimizan por **mantenimiento** de maquinaria, bitácora y **riego** para control de partículas en movimiento de suelos, evitando dispersión fuera del predio. Aguas residuales: en preparación/construcción provienen de **sanitarios móviles**, con recolección y envío a tratamiento por **empresa prestadora**; en operación, descarga a red de drenaje **CAPDAM**. Estas medidas estandarizan el control operativo para facilitar verificación por autoridad ambiental y municipal durante la etapa constructiva y de operación.
Tu10	Todo desarrollo o actividad turística que implique la modificación de la cobertura natural del suelo, requerirán de una autorización en materia de Impacto Ambiental de carácter federal, estatal y municipal en el ámbito de sus competencias.	El DTU-B integra la solicitud de autorización por **cambio de uso de suelo en terrenos forestales** y por tratarse de desarrollo inmobiliario sujeto a evaluación de impacto ambiental. En el componente forestal, se cuantifica la afectación de vegetación (selva baja caducifolia) en **0.9308 ha** para el CUSTF, con estimación de individuos/volúmenes a remover por predio. El predio total es **10.8425 ha** y el proyecto considera **117 unidades** en vivienda vertical, lo que sustenta el alcance y la necesidad de autorización integral por modificación de cobertura.
Tu11	Se deberá promover la participación de las comunidades organizadas y usuarios tradicionales en la creación y mantenimiento de infraestructura turística.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu12	Las instalaciones turísticas deberán observar medidas de seguridad contra fenómenos naturales adversos.	La configuración del conjunto incorpora criterios de seguridad operativa: **núcleos de escaleras y elevadores**, circulación interna con enfoque de seguridad/accesibilidad. En áreas comunes se prevé **sistema contra incendio**, complementando la seguridad del inmueble durante su operación. Durante la construcción se contempla **capacitación y concientización del personal en temas ambientales y riesgos**, fortaleciendo la prevención ante contingencias.
Tu13	Las maniobras de reparación, mantenimiento, y abastecimiento de combustible para embarcaciones que así lo requieran, deberán restringirse a sitios específicos y contar con autorización expresa por parte de las	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	autoridades federales, estatales o municipales en el ámbito de sus competencias.	
Tu14	Se deberán seguir las recomendaciones y criterios de la NMX-AA-119-SCFI-2006 que establece los requisitos y criterios de protección ambiental para selección del sitio, diseño, construcción y operación de marinas turísticas.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu15	Se deberán seguir las recomendaciones y criterios de la NMX-AA-120-SCFI-2006 que establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu16	Se deberán seguir las recomendaciones y criterios de la NMX-AA-133-SCFI-2006 que establece los requisitos y especificaciones de los servicios turísticos para obtener certificación ambiental ecoturismo.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Tu17	Se deberá llevar a cabo un ordenamiento del comercio semifijo de playa por parte de las autoridades estatales y municipales.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
Fo02	Se deberán emplear en las reforestaciones exclusivamente especies nativas y las densidades naturales, según el tipo de vegetación en su expresión local.	El proyecto contempla restauración/reforestación con enfoque de **especies nativas** acordes a la vegetación local (selva baja caducifolia) como parte de su compensación. En el predio de compensación se programan **1.1 ha** con **1,411 plantas**, equivalente a una densidad aproximada de **1,283 plantas/ha**, asegurando estructura vegetal compatible con la expresión local y favoreciendo recuperación de cobertura y hábitat.

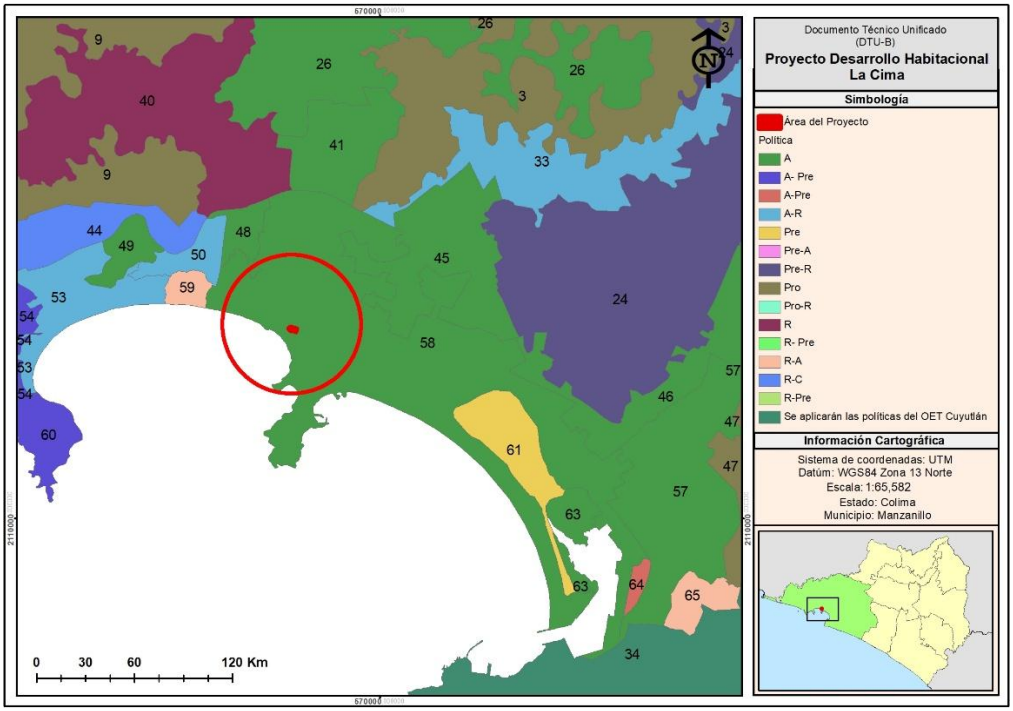


Figura 3. **Ubicación de la UGA 58 DEL POET del municipal.**

III.2.4 PROGRAMA MUNICIPAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO MUNICIPIO DE MANZANILLO

La denominación de este instrumento es congruente con la jerarquía de planeación establecida en el Artículo 61 de la Ley de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Colima (LAHOTDUEC) fue publicado el 10 de junio del 2025 entrando en vigor al siguiente día, teniendo como bases:

1. El Sistema Estatal de Planeación Territorial se integrará por los instrumentos de planeación denominados Programas Básicos, indispensables para el ordenamiento sustentable del territorio y la planeación del desarrollo urbano, y
1. Programas Derivados, que emanan de los programas básicos, según corresponda en cada caso, y tienen como finalidad regular un área o componente del desarrollo urbano con un mayor detalle físico y técnico. Son Programas básicos los siguientes:
    I. Programa Estatal;
    II. Programas de Ordenamiento y Desarrollo Regional;
    III. Programas de Ordenamiento y Desarrollo Metropolitano;
    IV. Programas Municipales; y
2. Son Programas derivados los siguientes:
    I. Programas de desarrollo urbano de Centros de población;
    II. Programas Parciales de Desarrollo Urbano;
    III. Programas Parciales de Desarrollo Urbano; y
    IV. Programas Sectoriales de Desarrollo urbano.

También, es congruente con lo establecido en el numeral 3 del artículo 75 de la misma ley, en el que se señala que Cuando así lo disponga el Ayuntamiento, atendiendo las condiciones, extensión y particularidades del territorio, así como las necesidades de planeación, podrá integrar al Programa Municipal los alcances y contenidos de los Programas de Desarrollo Urbano de los Centros de Población y de los Programas Parciales de Desarrollo Urbano.

Es de la mayor relevancia mencionar que el PMOTDU de Manzanillo tiene su fundamento en el ejercicio de participación ciudadana para construir de manera colectiva una visión, objetivos, metas y proyectos integrados en un Plan estratégico de Manzanillo al 2050, siendo éste un instrumento ciudadano que transita al marco de la Ley de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Colima (LAHOTDUC) y **se fundamenta jurídicamente como el Instrumento básico de planeación como Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Manzanillo (PMOTDU).** Instrumento rector de política urbano - ambiental de carácter municipal y que desarrolla su análisis y planteamiento estratégico haciendo uso de metodologías integradas y herramientas digitales de avanzada para alimentar de manera sólida y progresiva el Sistema de Información Geográfico SIG en una plataforma de visualización interactiva.

Para la instrumentación del PMOTUDU, se conformó un Modelo de Ocupación Territorial (MOT) que asigna usos de suelo acordes a la visión, objetivos, estrategias y acciones de desarrollo localmente consensuados para equilibrar los fines productivos y de asentamiento humanos, con los fines de preservación ambiental y equilibrio ecológico, pero a la vez diferenciados para cada una de las diversas regiones del territorio municipal. A partir de la delimitación de áreas homogéneas en las que convergen las condiciones ambientales actuales, la aptitud territorial de cada sector y los conflictos territoriales identificados, se decidió establecer unidades

mínimas de manejo y gestión territorial y ambiental, aquí denominadas como "**Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT)**", y conceptualizadas como "subdivisiones homogéneas del territorio que no responden a criterios administrativos, sino que se delimitan por una combinación única de características físicas, ambientales, sociales y económicas".

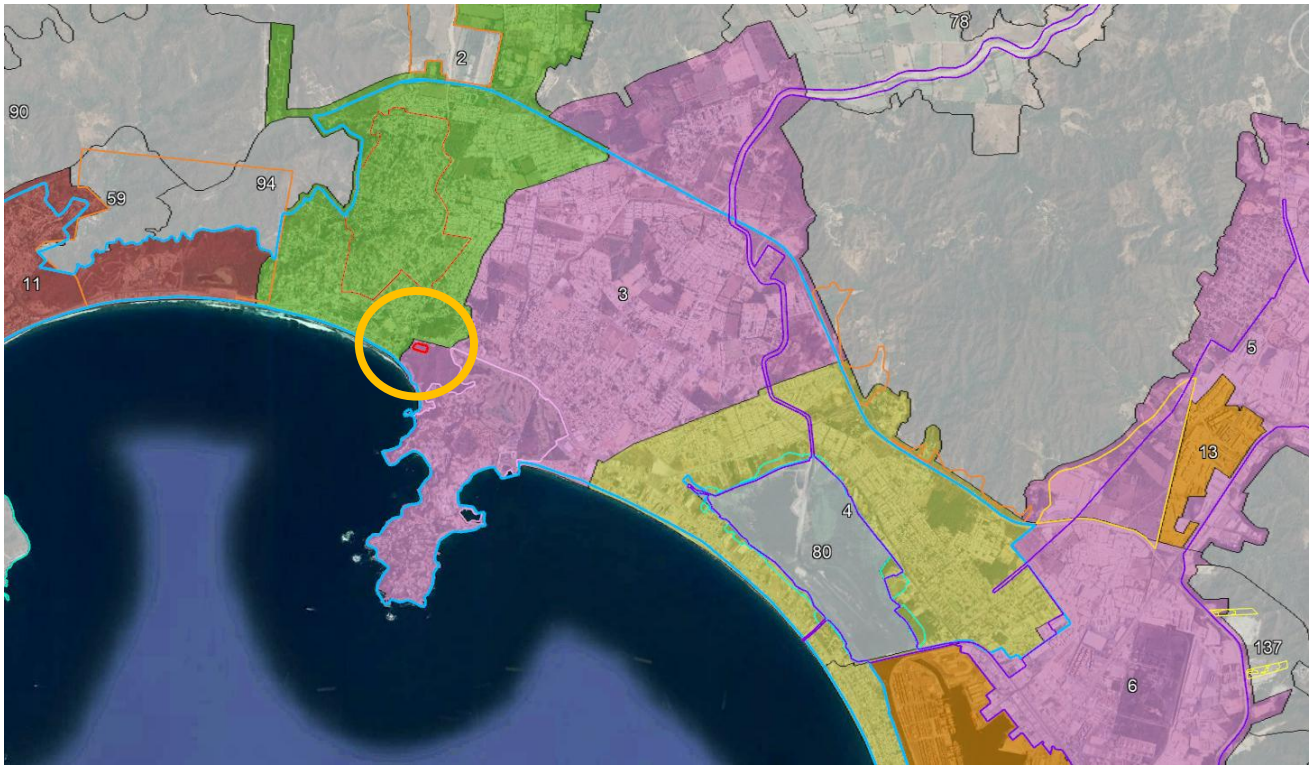


Figura 4. **Ubicación de la UGAT 3 del PMOTUDU de Manzanillo.**

En este sentido, el proyecto se localiza en la UGAT 3 del PMOTUDU de Manzanillo.

Tabla 10. Unidad Gestión Ambiental Territorial 3 del PMOTUDU.

No. UGAT:	**3**	**Grupo:**	**Aprovechamiento para asentamientos humanos urbanos y turismo en Ciudad Central**
1. Políticas			
Ordenamiento Ecológico:	Aprovechamiento sustentable	**Urbano - Territorial:**	Polígono de Zonificación Inclusiva (P-ZI) Polígonos de Desarrollo Portuario (P-DP) Polígono de Actuacion Concertada (P-AC) Polígonos de Vacantes Intraurbanos (P-VI)

El **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima,** tiene cierta incidencia y abona a las siguientes estrategias que pretende cumplir el modelo de ordenación territorial, siendo estas las que están en negritas e impactan de manera favorable el proyecto de La Cima.

Tabla 11. Modelo de Ordenamiento Territorial Sustentable de la UGAT 3

Lineamiento General:	Impulsar las actividades turísticas minimizando los impactos negativos de la actividad, preservando los recursos naturales al hacer uso responsable e incluyente de los mismos
Estrategias Aplicables por UGAT:	1.1.1 Elaborar instrumentos de restauración, preservación y/o aprovechamiento de los ecosistemas acuáticos para su gestión e implementación.

	1.1.3 Promover esquemas para conservación y/o restauración de corredores biológicos que proporcionen la conectividad ecológica, aseguren la biodiversidad y reduzcan el riesgo por fenómenos hidrometeorológicos en los espacios rurales y urbanos. **1.3.4 Avanzar en un manejo integral de residuos sólidos para reducir la aportación de gases de efecto invernadero GEI provenientes de la disposición final de residuos considerando las etapas de generación, recolección y transporte hacia un vertido "cero".** 1.4.1 Avanzar en la gestión integral del riesgo de inundación a nivel municipal. 1.4.2 Fortalecer el Sistema de Alerta Temprana en su fase de capacidades de preparación, respuesta, difusión y comunicación de avisos a fin de reducir la vulnerabilidad de la población, considerando un enfoque de multirriesgos. **1.5.1 Fomentar la eficiencia energética en los sectores inmobiliario, turístico, comercial, industrial, de servicios, de transporte y de instalaciones gubernamentales con el fin de reducir el consumo energético y evitar las emisiones de CO_2 innecesarias.** 2.2.1 Cubrir el déficit del servicio de agua potable y saneamiento hacia los barrios y/o colonias con rezagos en la zona urbana y las localidades rurales. **2.3.1 Diseñar proyectos que contribuyan a eficientes el uso del agua.** 2.3.2 Diseñar proyectos que contribuyan a incrementar la capacidad en el tratamiento de aguas residuales. 2.4.1 Impulsar al CAPDAM como un organismo modelo de operación a nivel nacional. 3.2.2 Incrementar la accesibilidad al entorno urbano en las periferias de Santiago Centro, Salagua Centro y Manzanillo Centro. 3.2.3 Incrementar las acciones de prevención en la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. **3.3.1 Contribuir a la creación, rescate y mejoramiento de la dotación de espacios públicos en las zonas urbanas y rurales, conformando entornos cohesionados y diversos, y elevando la calidad de sus servicios.** **3.3.2 Mejorar la imagen urbana y la señalización informativa, favoreciendo la accesibilidad, la atracción turística, la integración paisajista, y la identidad, y aludiendo a los valores simbólicos del municipio y sus barrios tradicionales.** 3.3.3 Dotar de infraestructura, mobiliario y equipamiento que contribuya a mejorar las condiciones de seguridad del espacio público. **3.3.4 Incentivar la creación de parques urbanos lineales, corredores verdes y cortinas de arbolado, así como sistemas de captación de agua en los espacios públicos de la ciudad.** 3.3.5 Asegurar condiciones de accesibilidad y movilidad segura con un enfoque de equidad de género, en las zonas de Santiago, Salagua, Valle de las Garzas, y Centro, identificadas como zonas de riesgo potencial. 3.4.1 Delimitar polígonos de urbanización popular para la atención al rezago histórico y a las necesidades de habitabilidad entre la población que no accede a créditos hipotecarios. 4.2.1 Incentivar la ocupación de 282 ha de vacíos urbanos para propiciar la consolidación de la mancha urbana. 4.2.2 Incentivar el reciclamiento y la ocupación de 8,919 viviendas deshabitadas. 4.4.1 Incidir en la oferta de vivienda social dirigida a personas de escasos recursos a través de la definición de espacios urbanos y predios donde su edificación contribuirá a un esquema mixto de ciudad. 4**.5.1 Consolidar la ciudad compacta mediante el aprovechamiento de los espacios urbanos subutilizados, la gestión de la densificación urbana y la adecuación de los usos de suelo.** 4.6.2 Reubicación gradual sistemática hacia zonas de desarrollo y con oferta de vivienda y servicios. 6.1.1 Generar una red de vialidades de distancias cortas (600 m) a escala barrial, diseñadas para la prioridad peatonal y conectividad del equipamiento básico, así como accesibles, seguras, legibles y vinculadas con redes paralelas de ciclovías y rutas de transporte público. 6.1.2 Reforzar la seguridad vial para la movilidad peatonal a través de senderos seguros e integrando a los espacios públicos como elementos estructuradores. 6.2.1 Consolidar una red de vías para la articulación de barrios mediante el mejoramiento de vialidades y la implementación de calles integrales.

	6.2.2 Crear una red primaria de ciclovías en la ciudad, favoreciendo la accesibilidad, la conectividad y la baja emisión de Contaminantes 6.3.1 Implementar un sistema de transporte público que sea moderno, multimodal, accesible y jerarquizado en los niveles de servicio. **7.2.2 Fomentar el uso racional de la energía.** **7.3.2 Impulsar el manejo sustentable de playas para el aprovechamiento del turismo de bajo impacto**. 7.3.4 Consolidar macro proyectos detonadores turísticos de baja densidad para el fortalecimiento de la economía local. 7.3.5 Fomentar la innovación y apoyo a emprendedores para potencializar las capacidades del capital humano.
Ordenamiento Ecológico Aplicable:	Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local del Territorio de Manzanillo, Colima, 2016
Criterios de Regulación Ecológica del OE Aplicable:	UGA 45: Co01, In01, In02, In03, In04, In05, In06, In07, In08, In09, In10, In11, In12, In13, In14, In15, In16, In17, In18, Mi11, AhVi01, AhVi02, AhVi03, AhVi04, AhVi05, AhVi06, AhVi07, AhVi08, AhVi09, AhVi10, AhVi11, AhVi12, AhVi13, AhVi14, AhVi15, AhVi17, Ag01, Ag02, Ag03, Ag04, Ag05, Ag06, Ag07, Ag08, Ag09, Ag10, Ag11, Ag12, Ag13, Ag14, Ag15, Ag16, Ag17, Ag18, Ag20, Ag21, Ag22, Ag23, Ag26, Ag27, Ag28, Fo02, Pc09, If02, If03, If09 **UGA 58: Co01, In01, In02, In03, In04, In05, In06, In07, In08, In09, In10, In11, In12, In13, In14, In15, In16, In17, In18, Mi11, AhVi01, AhVi02, AhVi03, AhVi04, AhVi05, AhVi06, AhVi07, AhVi08, AhVi09, AhVi10, AhVi11, AhVi12, AhVi13, AhVi14, AhVi15, AhVi17, Tu01, Tu02, Tu03, Tu04, Tu06, Tu08, Tu09, Tu10, Tu11, Tu12, Tu13, Tu14, Tu15, Tu16, Pe01, Pe02, Pe03, Pe05, Pe06, Pe07, Fo02, Pc09, If02, If03, If09** Criterios Orientaciones PMOTDU Deberán incorporarte los criterios: G/101, E/Co30 y E/Co31
Modalidades y Restricciones de Uso del Suelo PMOTDU:	MRRA5, MRRA6, MRRA7, MRRA9, MRRA10, MRZR7, MRZR9, MRZR10, MRZR11, MRDV2, MRDV3, MRCA1, MRAS3, MRAS6, MRAE1, MRAE2, MRAE3, MRAE4, MRAE5, MRAE6, MRAE7, MRZR12 y MRRA4, MRMH5.
Compatibilidad de Usos del Suelo:	Sujeto a lo establecido en la Tabla de Compatibilidades de Uso del Suelo del PMOTDU y al Reglamento de Zonificación del Estado de Colima.

Conforme al **PMOTUDU de Manzanillo,** la aplicación de los criterios del **Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local del Territorio de Manzanillo, Colima, 2016,** ya fueron vinculados en el punto anterior, con respecto a los criterios propios de este ordenamiento y los adicionales se presentan en la siguiente tabla y su vinculación con el **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima.**

Tabla 12. Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos de la UGAT 3.

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
E/Co30	Conservación	Se restringirá el ingreso y permanencia de ganado y equinos en ecosistemas costeros de dunas y zona de playa.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
E/Co31	Conservación	Los asentamientos humanos colindantes y cualesquier construcción aledaña zonas forestales y ecosistemas costeros deberán contar con medidas para prevenir la interacción con fauna silvestre y la contaminación lumínica mediante el uso de luminarias de temperatura de color máxima de 3000°K.	El proyecto incorpora **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna** como medida operativa obligatoria durante preparación y construcción. Para evitar interacción con fauna y **contaminación lumínica**, el alumbrado exterior e interior de áreas comunes se especificará con **luminarias "full cut-off" ≤3000 K**, orientadas a piso y con control horario/sensores, priorizando iluminación mínima de seguridad en vialidades internas y estacionamientos.
G/101	Genéricos	De manera precuatoria, las actividades que no cuenten con criterios ambientales señalados ni contribuyan al Modelo de Ordenamiento Territorial Sustentable de esta UGAT, se encuentran expresamente prohibidas, sin menoscabo de aquellas actividades que ya incluyen criterios restrictivos derivados de los instrumentos de OET aplicables.	El proyecto **no constituye actividad prohibida**, al estar ubicada en una zona urbaniozable y con este trámite es sometido a **evaluación ambiental (DTU-B)** e integrar medidas explícitas (rescate de flora, rescate/ahuyentamiento de fauna, conservación de suelo y agua, plan de manejo de residuos y señalización ambiental).
MRAE1	Minería no metálica	Los predios sujetos a extracción deberán contar con un programa avalado por la autoridad competente de supervisión, vigilancia y seguimiento de las medidas de mitigación ambiental, compensación, restauración, así como de reducción del impacto paisajístico generado por la actividad extractiva definidas en el resolutivo de las manifestaciones de impacto ambiental.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAE2	Minería no metálica	Se prohibirá la utilización de sitios explotados inactivos como área de disposición final materiales (cascajo, residuos urbanos u otros) y/o para la habilitación como patios de maniobras de transporte de carga. En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAE3	Minería no metálica	En el área de explotación no se permitirá el almacenamiento permanente de chatarra o residuos originados por la maquinaria o la construcción de la infraestructura de la mina. En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener previamente la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
MRAE4	Minería no metálica	Para las actividades mineras reguladas por la Federación, se respetará una franja de amortiguamiento de 20 metros como mínimo hacia el interior del predio en todo el perímetro. Esta franja deberá forestarse con especies nativas de la región, estableciendo un programa de trabajo a fin de garantizar la supervivencia de los individuos plantados y remplazando aquellos que perezcan. Para actividades de competencia estatal se observará lo establecido por la autoridad local vigente en la materia.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAE5	Minería no metálica	Para la ampliación de la superficie de extracción en un proyecto activo se condicionará al cumplimiento anual de acciones de mitigación y restauración de por lo menos el 50% de la superficie autorizada.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAE6	Minería no metálica	No se permitirá la apertura de nuevos bancos de materiales pétreos en la UGAT, debiendo agotar las reservas de los bancos existentes, de acuerdo con porcentaje de uso establecido en la zonificación secundaria para esta actividad y el sitio deberá ser regenerado en su totalidad al terminar la fase de explotación.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAE7	Minería no metálica	Los bancos de material pétreos abandonados deberán realizar actividades de regeneración, evitando dejar el suelo desnudo para minimizar la emisión de partículas PM 10	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAS3	Terrenos adyacentes a vías generales de comunicación	Hasta en una distancia de 100 metros del límite del derecho de vía, no podrán establecerse trabajos de explotación de canteras o cualquier tipo de obras que requieren el empleo de explosivos o de gases nocivos.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRAS6	Depósitos de combustible, estaciones de servicio y gasolineras	§ Depósitos de combustible: 1,000 metros desde el borde del predio con uso habitacional. § Estaciones de servicio y gasolineras: 50 metros desde el borde del predio con uso habitacional. § 15 mts a partir del eje vertical del dispensario con respecto a los lugares de reunión pública. § 100 mts con respecto a plantas de almacenamiento y distribución de gas L.P. § 30 mts con respecto a antenas de radiodifusión o radiocomunicación.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
		§ 30 mts con respecto a estaciones de servicio de carburación de gas L.P	
MRCA1	Ribera o Zona Federal de corrientes de agua	Se establecerán las salvaguardas de acuerdo con los siguientes criterios: · 5 metros de cada lado (10 metros en total) en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. · 10 metros de cada lado (20 metros en total) en los cauces con una anchura mayor de cinco metros. · Estas fajas serán medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. · La delimitación de la zona federal se establecerá a partir de cien metros río arriba, contados desde su desembocadura. · La "Autoridad del Agua" sancionará la siguiente falta: · Ocupar o aprovechar los cauces de las corrientes de aguas nacionales, las riberas y zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, sin el título de concesión. · Se sancionará con multa equivalente a 1,500 a 20,000 salarios mínimos vigentes, independientemente de las sanciones estipuladas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Bienes Nacionales y Ley Federal de Metrología y Normalización y sus reglamentos, las Normas Oficiales Mexicanas, el Código Penal Federal y demás disposiciones aplicables en la materia.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRDV2	Estructuras eléctricas: Líneas aéreas normalizadas con estructura tipo urbano	El ancho total va de 5 a 26.5 metros. La delimitación precisa del ancho del derecho de vía está en función de la tensión nominal entre fases (kv), número de circuitos y otras características de la estructura, topografía y viento que se establecen en la tabla 4 (página 9 de 12), de la norma RF-014-CFE-2001, vigente a julio de 2017. No se permiten viviendas, construcciones u obstáculos sobre este derecho de vía.	La electrificación del conjunto se desarrolla como **red híbrida** (baja tensión subterránea y media tensión aérea) conforme a especificaciones aplicables, manteniendo las obras **dentro del predio** y sin invadir derechos de vía. Las torres y elementos permanentes se implantan en la huella autorizada del proyecto (**9,749 m²**), garantizando que no existan construcciones/obstáculos sobre servidumbres eléctricas.

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
MRDV3	Vías federales (Carreteras)	A partir del eje simetría 20 metros, para un total de 40 metros. Las vías férreas que cuenten con doble vía se determinarán a partir del eje extremo. En caso de patios de maniobras, se determinará atendiendo a las características y necesidades de cada caso. No se permiten viviendas o construcciones sobre este derecho de vía. Se requiere permiso de la SCT para la construcción de accesos, cruzamientos e instalaciones marginales en el derecho de vía	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRMH5	Aplicable a todas las zonas.	Las restricciones frontales y laterales señaladas para predios o lotes y edificaciones construidas no se aplicarán en las áreas de protección al patrimonio histórico (PH), áreas de protección al patrimonio cultural (PC) y áreas de protección a la fisonomía (PF); en las cuales se aplicarán las disposiciones particulares para cada caso	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRRA10	Infraestructura lineal	En zonas de alta capacidad de recarga se evitará el revestimiento de arroyos y canales con materiales tradicionales para permitir el paso hacia horizontes inferiores, de ser necesario remitirse al criterio de uso de materiales porosos.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRRA4	Asentamientos humanos urbanos	En los asentamientos urbanos, suburbanos, perimetrales o nuevos desarrollos se utilizarán materiales permeables para la construcción de nuevos caminos y terraplenes y se promoverá la construcción de pozos de infiltración	El proyecto incorpora **3,504 m² de áreas verdes (35.94%)**, con área verde central **2,026 m²** y jardineras **1,478 m²**, como infraestructura natural para infiltración. La vialidad interna se proyecta con sección estructural; para cumplir el enfoque del PMOTDU en infiltración, se integrarán **elementos drenantes/pozos de infiltración** en áreas verdes y jardineras, reduciendo escurrimiento hacia el exterior del predio.
MRRA5	Asentamientos humanos urbanos	Se promoverá la construcción de pozos de infiltración en áreas verdes o zonas deportivas.	El proyecto cuenta con **área verde central (2,026 m²)** y **jardineras (1,478 m²)**, totalizando **3,504 m²** de espacios verdes funcionales para infiltración. En dichos polígonos se incorporarán **pozos de infiltración** y captación pluvial a nivel de jardineras como medida de manejo pluvial, compatible con el PMOTDU y con el Programa de Conservación de Suelo y Agua del DTU.

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
MRRA6	Asentamientos humanos urbanos	Se deberán implementar políticas estrictas de reúso del agua y de recarga artificial de los acuíferos en parque y áreas verdes, previa realización de estudios hidrológicos de detalle.	La huella del proyecto reserva **35.94%** como áreas verdes (**3,504 m²**), donde se conserva vegetación nativa y se incorpora reforestación con especies locales, favoreciendo infiltración y retención de humedad del suelo. Para cumplir el criterio de recarga urbana, el proyecto incorpora **soluciones de infiltración** en el área verde central y jardineras, como parte de sus obras de conservación de suelo y agua.
MRRA7	Asentamientos humanos urbanos	El sistema de agua y alcantarillado pluvial municipal deberá implementar obras hidráulicas que propicien la conducción de los escurrimientos superficiales a zonas de mayor potencial de recarga o su aprovechamiento de aguas superficiales.	El manejo pluvial integral intrapredial y su articulación con el sistema municipal, orientado a conducir y controlar escurrimientos superficiales hacia infraestructura que favorezca recarga y/o aprovechamiento del agua, evitando descargas difusas y arrastre de sedimentos. En el predio de 9,749 m², se destinan 3,504 m² (35.94%) a áreas verdes (área central 2,026 m² y jardineras 1,478 m²), donde se implementarán pozos/zanjas de infiltración y superficies drenantes. Para conducción y control hidráulico se incorporan cunetas en vialidades internas y taludes para encauzar escurrimientos hacia puntos de captación. Adicionalmente, se contemplan fosas de sedimentación como obras de pretratamiento para retener sólidos antes de infiltrar o descargar a la red pluvial municipal (cuando aplique), reduciendo turbidez y protegiendo la capacidad hidráulica del sistema.
MRRA9	Infraestructura lineal	La infraestructura de disposición lineal que se desarrolle en zonas con alto potencial para recarga de mantos acuíferos evitará la generación de superficies impermeables que impidan la absorción del agua superficial hacia el subsuelo	La distribución del proyecto limita la impermeabilización al destinar **3,504 m² (35.94%)** a áreas verdes, y concentrar las superficies construidas/urbanizadas en polígonos definidos (vialidad **1,585 m²**, estacionamiento/accesos **2,996 m²**). El manejo pluvial se complementa con obras de conservación de suelo y agua y soluciones de infiltración en áreas verdes para reducir caudales de salida del predio.
MRZR10	Infraestructura lineal	Los proyectos de infraestructura que se promuevan deberán considerar la incorporación de vegetación arbórea en las	El proyecto contempla **habilitación y reforestación** de **3,504 m²** de áreas verdes, incorporando **especies nativas** y

Clave	Area de aplicación	Criterios	Vinculación con el Proyecto
		zonas de derecho de vía, camellones y banquetas. Las especies deberán ser nativas y acordes a los diferentes tipos de vialidades, para evitar cualquier tipo de riesgo, desde pérdidas de visibilidad, hasta deterioro en las construcciones y banquetas, incluyendo la caída de ramas o derribo de árboles, con raíces superficiales, por efecto del viento.	reubicación de individuos rescatados en jardineras y áreas comunes, con conservación de vegetación existente en el área central. La arborización se integra a accesos, estacionamientos y áreas comunes, evitando especies con riesgo por raíces superficiales o caída, conforme a criterios de seguridad urbana del PMOTDU.
MRZR11	Infraestructura lineal	Se deberá realizar un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada proyecto de infraestructura, que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos que permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos.	La ejecución de plataformas, cortes y cimentaciones se desarrolla con **proyecto ejecutivo y cálculo estructural** conforme normatividad vigente y responsable técnico (DRO), incorporando criterios geotécnicos para estabilidad de obras. El DTU incluye medidas específicas (obras de conservación de suelo y agua; control pluvial) para mitigar erosión y riesgos hidrológicos en la microcuenca de influencia.
MRZR12	Infraestructura aérea	Se realizará una evaluación de factibilidad de cada proyecto de infraestructura que integre factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos, que permitan a la autoridad competente determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos.	La infraestructura eléctrica del proyecto se diseña bajo especificaciones técnicas aplicables (red híbrida con media tensión aérea), restringida al interior del predio y coordinada con el prestador del servicio. La implantación de la infraestructura se integra al diseño estructural y de urbanización del conjunto (**9,749 m²**), evitando interferencias con circulación y seguridad, conforme al enfoque preventivo de factibilidad del PMOTDU.
MRZR7	Turismo	Los proyectos turísticos que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo.	Este criterio no aplica a la naturaleza del proyecto
MRZR9	Asentamientos humanos urbanos	Se restringirá el crecimiento de asentamientos humanos urbanos en zonas de riesgo. Para el caso de zonas ya urbanizadas se deberán desarrollar obras y acciones que mitiguen el riesgo hacia la población.	El proyecto se concentra en **0.9749 ha** y contempla medidas de mitigación obligatorias (conservación de suelo y agua, manejo pluvial, control de erosión) para reducir riesgos por escorrentía y pérdida de suelo durante obra y operación. En el polígono no existen cauces; el arroyo más cercano se ubica a **>40 m**, por lo que no se induce riesgo por ocupación de zona federal y se mantiene el control de escurrimientos dentro del predio.

Zonificación Primaria: Urbanizable

Zonificación secundaria: Densidad Media TH-3

Clasificación de Areas: Reserva Urbana Corto Plazo

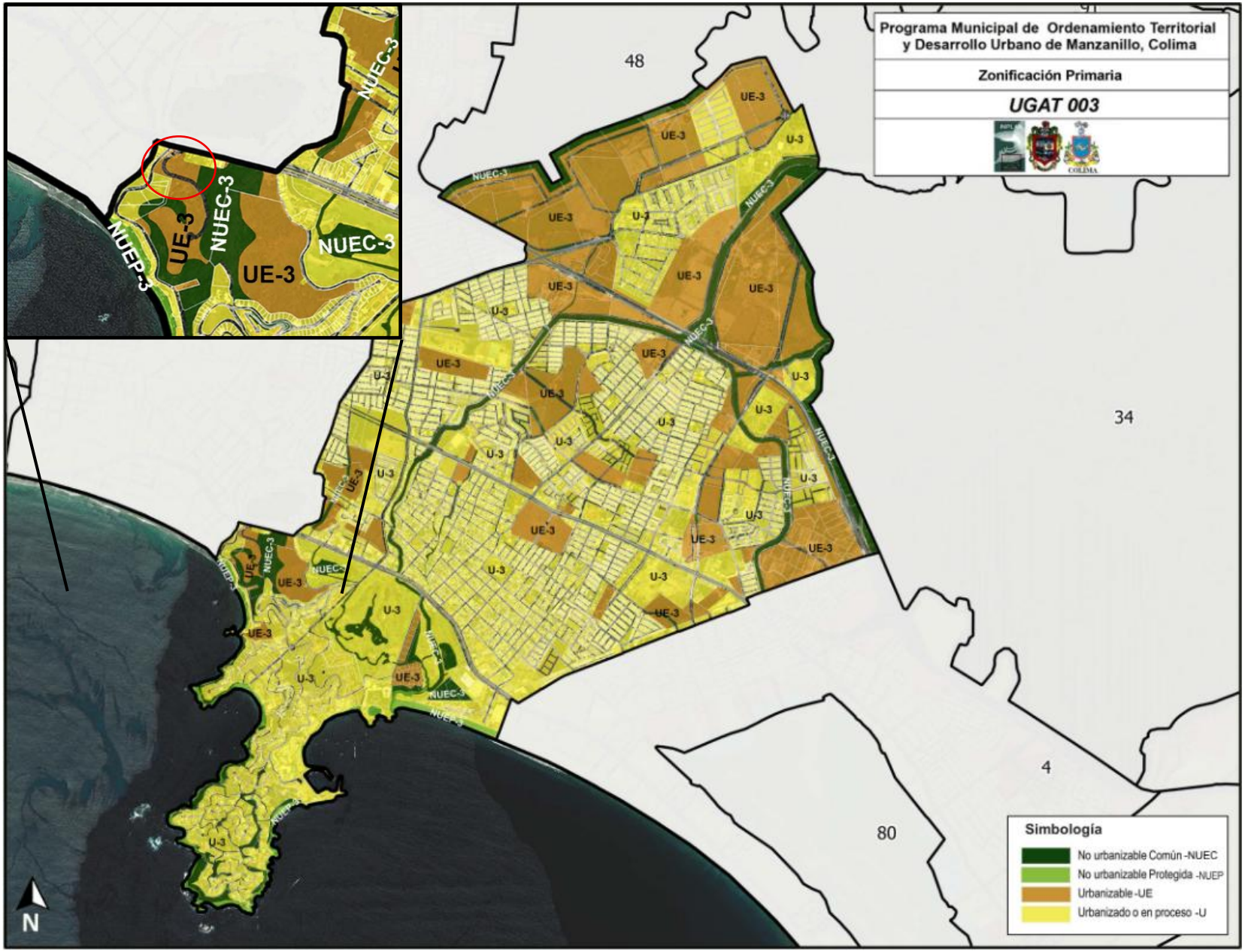


Figura 5. **Uso del suelo del proyecto con respecto a la UGAT 3 del PMOTUDU de Manzanillo.**

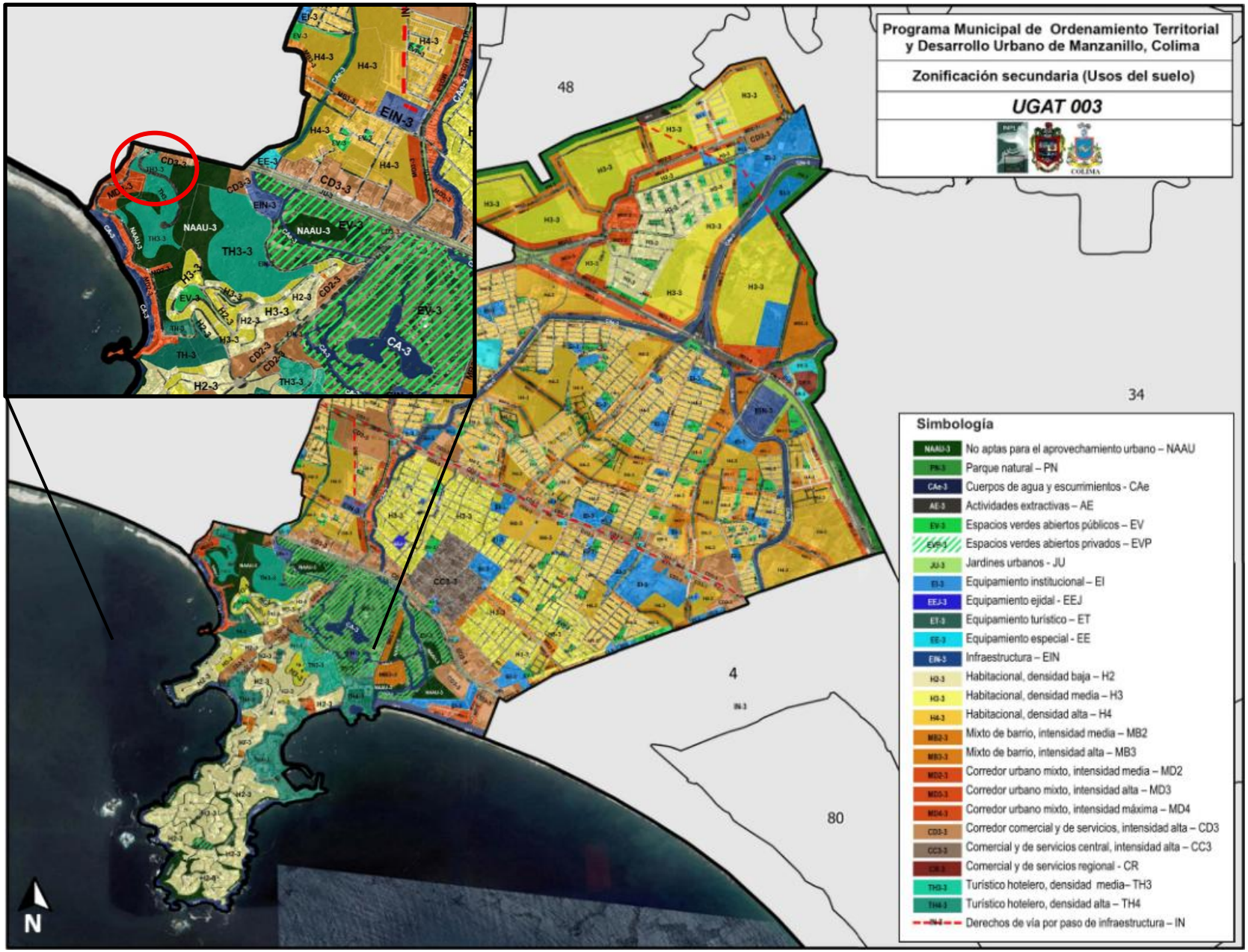


Figura 6. **Zonificación secundaria del proyecto con respecto a la UGAT 3 del PMOTUDU de Manzanillo.**

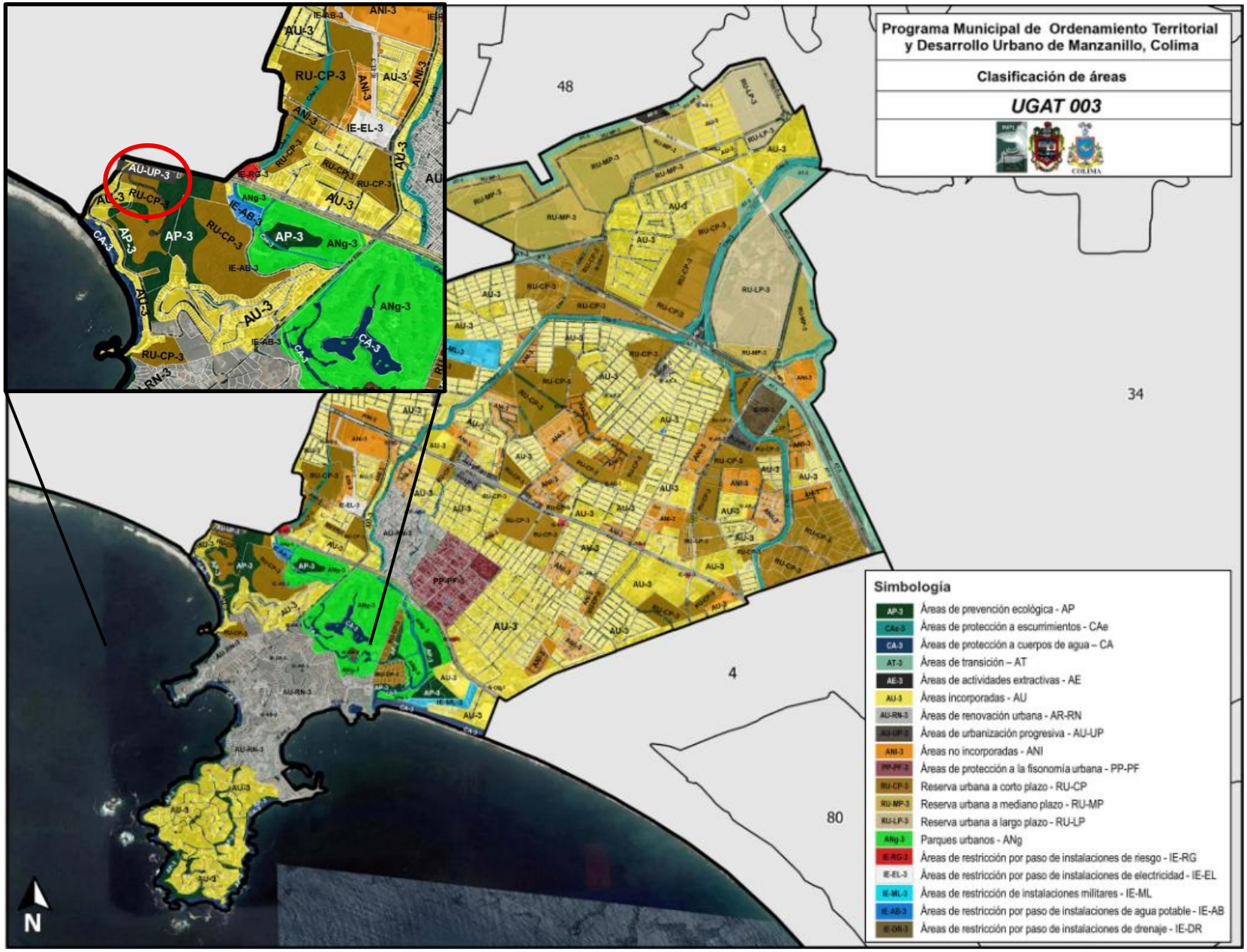


Figura 7. **Clasificación de Áreas del proyecto con respecto a la UGAT 3 del PMOTUDU de Manzanillo.**

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

III.3.1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Las ANP son las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas. Las actividades que se desarrollan en ellas son regidas de acuerdo con la LGEEPA y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, también mediante programas de manejo y de ordenamiento ecológico.

Estas áreas se someten a regímenes especiales de conservación, protección, restauración y desarrollo de acuerdo con la categoría establecida por la Ley. Entre los tipos de Áreas Naturales Protegidas se tienen:

- Reservas de la biosfera
- Parques nacionales
- Monumentos naturales
- Áreas de protección de recursos naturales
- Áreas de protección de flora y fauna
- Santuarios

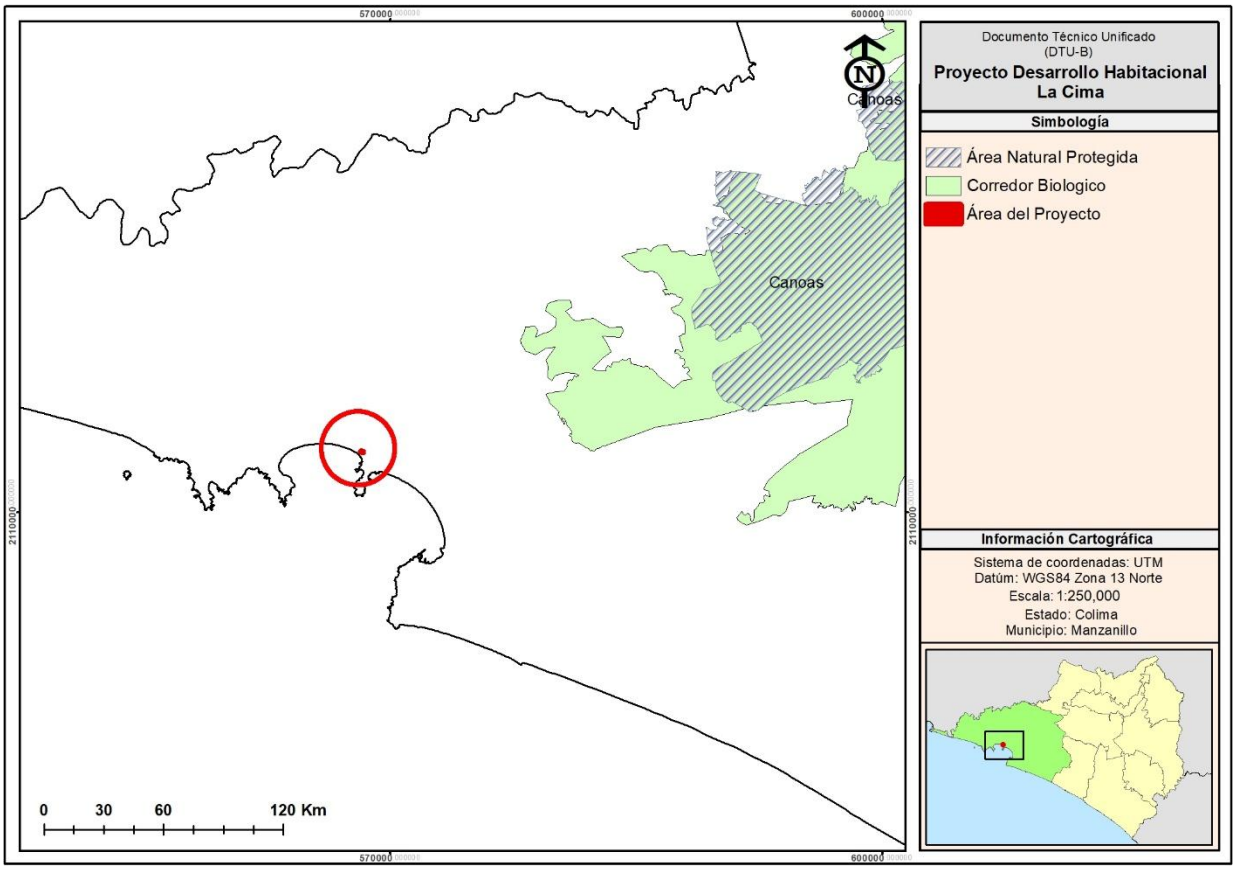


Figura 8. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP.

Tabla No. III.2 Áreas Naturales Protegidas en el estado de Colima.

Área Natural Protegida	Nivel	Categoría	Superficie (Ha)	Incidencia
Canoas	Federal	Área de Protección de flora y fauna	20,416.65 ha	No incide
Las Huertas	Federal	Área de Protección de los Recursos Naturales	165.93	No incide
Sierra de Manantlán	Federal	RB	139,569.74	No incide
El Jabalí	Federal	Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre	5,065.48	No incide
Volcán Nevado de Colima	Federal	PN	6,524.95	No incide
La Campana	Estatal	Zona Ecológica y Cultural	94.75	No incide
Zona de la Calzada Pedro A. Galván	Estatal	Área de Valor Ambienta	15.06	No incide
Corredor Biológico Canoas - Manantlán	Estatal	Corredor Biológico	75,135.887	No incide

Considerando el mapa de ubicación de las ANP, el proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima no incide en algún polígono de área natural protegida (ANP) a nivel Federal, Estatal o Municipal.

III.3.2 REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Tabla 13. Presencia del proyecto en Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México.

Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México	Incide en Proyecto (AP)
Sitios prioritarios terrestre para la conservación de la biodiversidad (STP)	No
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	No
Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	**Incide**
Regiones Terrestres Prioritarias	No
Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad	No
Sitios de atención prioritaria para la conservación (SAP)	No
Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR)	No
Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad	**Incide**
Sitio Ramsar	No

III.3.2.1 Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad terrestre

Los sitios terrestres prioritarios para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594 894 km2 (30.36% de la superficie), que en 2008 coincidía en **12.9%** de la superficie de áreas protegidas, equivalente a **3.9%** de la superficie continental del país. Entre las conclusiones de este análisis se destacó que las prioridades de conservación para los diversos ecosistemas y grupos de especies deberían utilizarse para optimizar los recursos dedicados a las acciones de conservación y que es imperativo mantener los hábitats conservados, restaurar los que requieren acciones más urgentes y albergan elementos únicos de la diversidad biológica, fortalecer las áreas protegidas, ampliar el abanico de instrumentos que contribuyen a la conservación y promover y apoyar a quienes han innovado en el manejo sostenible de los recursos. Diversos actores deberían

sumarse de manera coordinada a la magna tarea de conservar y usar sustentablemente el patrimonio natural de México.

Para identificar los sitios prioritarios terrestres se dividió la superficie terrestre del país en **8,045 hexágonos de 256 km²** cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización para incluir 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies, se utilizaron modelos de nicho ecológico, revisados y editados por especialistas. Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza. De acuerdo con el análisis espacial, los sitios seleccionados con mayor frecuencia por el algoritmo se clasificaron en sitios de prioridad:

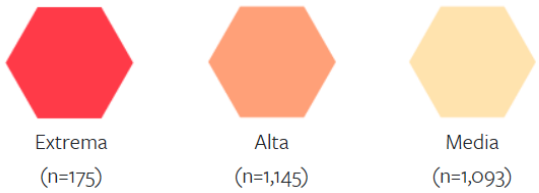


Figura 9. Escala de valoración de los polígonos de conservación de la biodiversidad terrestre.

Los **1,320 sitios de prioridad extrema y alta** se consideran los de mayor prioridad a escala nacional, ya que corresponden a sitios seleccionados en todas las iteraciones, es decir, 100% de las veces (por lo que también son denominados sitios irremplazables). En conjunto, estos sitios cubren 325,817 km2, 16.6 % de la superficie nacional, y de éstos, sólo 7.6% se encontraban en 2007 bajo protección parcial o total por áreas protegidas. **El polígono del proyecto no incide en polígonos de conservación de la biodiversidad terrestre.**

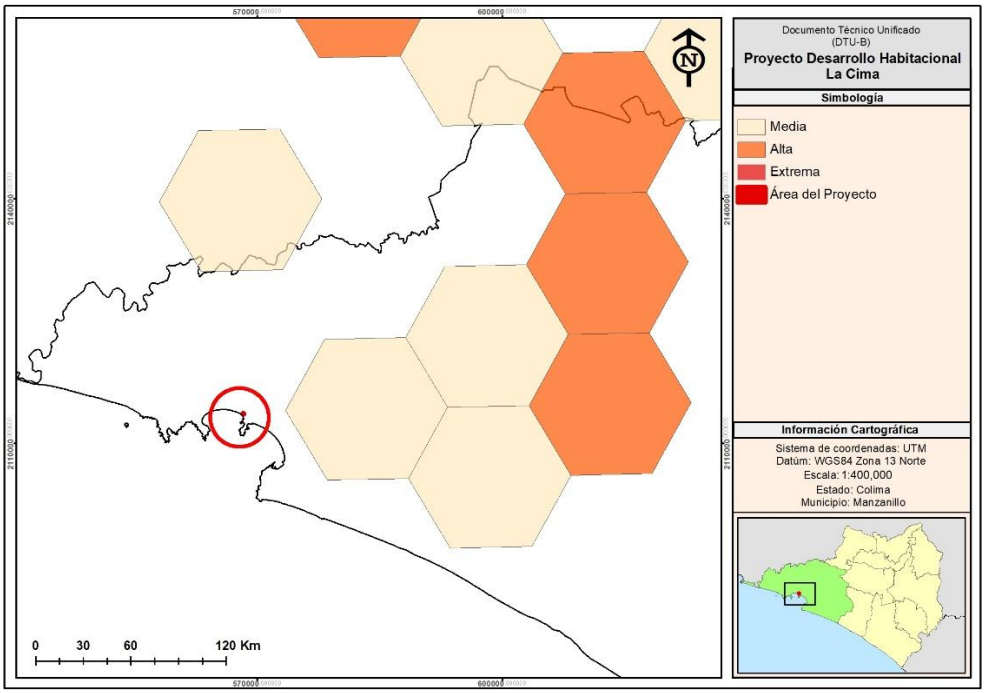


Figura 10. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

III.3.2.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

A raíz de la creación de la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA), derivada de los acuerdos paralelos del Tratado de Libre Comercio (TLC), se decidió apoyar el desarrollo del proyecto Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves (AICAS) a escala subcontinental, de manera que incluya a los territorios de los Estados Unidos, Canadá y México. Actualmente se tiene que las 272 AICAS hasta ahora designadas se encuentran distribuidas en 29 estados de la República.

En este sentido, considerando la carta de "Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (2015)" escala 1:250,000, **el sitio del proyecto NO se ubica alguna Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves (AICAS)** descartando influencia directa alguna entre la unidad de estudio y los límites definidos como de importancia para la conservación de las aves.

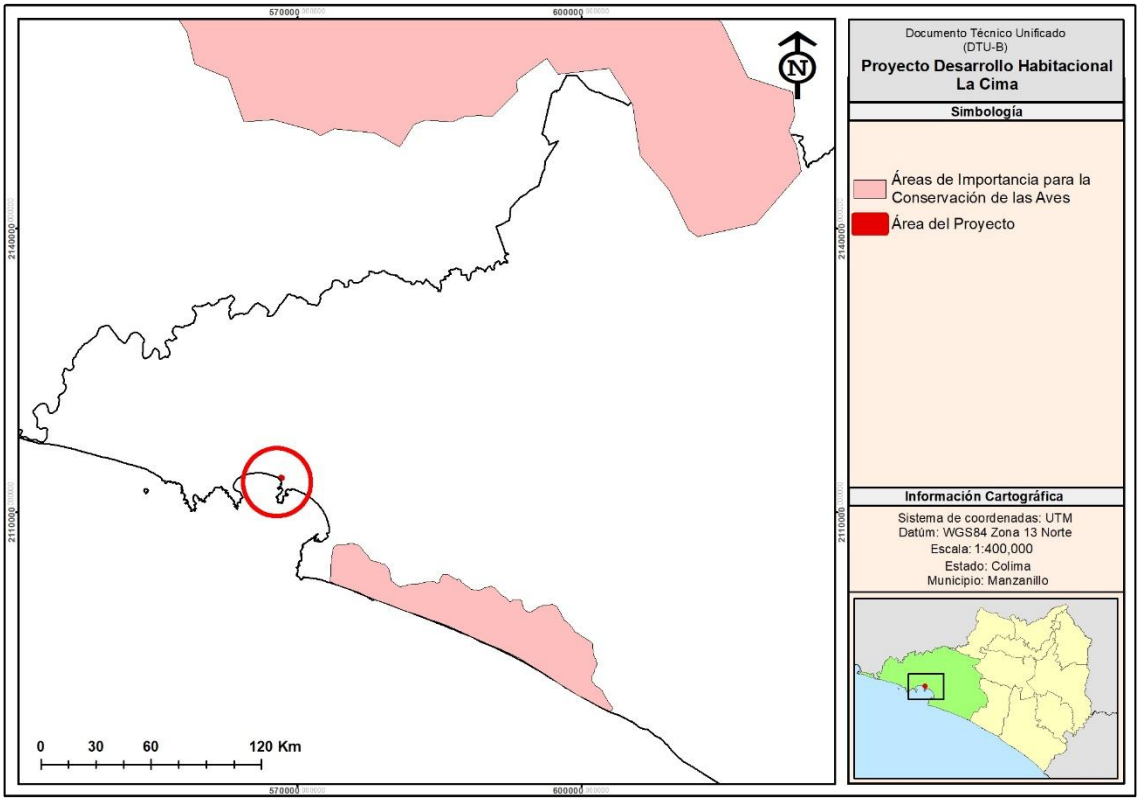


Figura 11. Ubicación del proyecto y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

III.3.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la Conabio inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

En este sentido, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) identificó 110 regiones hidrológicas prioritarias, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación.

Las actividades de CUSTF inciden en la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) Ríos Purificación Armería. En este sentido, a continuación, se hace la vinculación del proyecto con las problemáticas definida para la RHP:

Tabla 14. Problemáticas de la RHP 25.

Problemática	Relación con el proyecto
Modificación del entorno: fuerte desforestación 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.	En materia de **deforestación**, el proyecto reduce la expansión horizontal al resolver demanda con **117 departamentos** en vivienda vertical. Compensa la pérdida de cobertura con **restauración/reforestación de 1.1 ha** con **1,411 plantas nativas** (≈**1,283 plantas/ha**) y mantiene **3,504 m² (35.94%)** como áreas verdes funcionales (2,026 m² + 1,478 m²). Respecto a **explotación de acuíferos**, el sitio se ubica en el **acuífero Santiago-Salagua (0609)** y el abasto se plantea desde **red urbana**, sin perforación de pozo. Para favorecer recarga local y reducir escurrimientos, integra manejo pluvial con **zanjas-trinchera (25; 128 m³; capacidad 153.6 t)**, **barreras de material muerto (800 m; 136.74 t)**, además de **cunetas** y conducción a puntos de retención/infiltración. Ante el **crecimiento demográfico** y conflictos por uso de suelo, el esquema de **condominio vertical** (117 unidades en un polígono reducido) favorece **densificación planificada**, disminuye presión para nuevos cambios de uso en áreas forestales y reduce incentivos a asentamientos irregulares, contribuyendo a ordenamiento territorial. En conjunto, la combinación de **contención espacial**, **compensación forestal**, **infraestructura verde** y **obras de control de escorrentía/sedimentos** permite que el proyecto no solo mitigue su huella, sino que también **aporte** a objetivos regionales de conservación de cobertura y protección del recurso hídrico en la RHP.
Contaminación: por sedimentos en suspensión y descargas de drenaje a los cuerpos de agua.	El proyecto puede **abonar a reducir la contaminación por sedimentos en suspensión** al reconocer que, bajo CUSTF, la erosión potencial puede incrementarse de **6.99 a 22.80 t/ha/año** (Δ **15.81**) y generar una pérdida estimada de **14.71 t/año**; por ello integra medidas específicas para **controlar sólidos** desde la fuente. Durante preparación y construcción en **0.9749 ha**, el desmonte/despalme se ejecuta con control operativo (áreas expuestas acotadas) y obras físicas para **interceptar escurrimientos**: **barreras de material muerto (800 m lineales)** con capacidad de retención **136.74 t**. Se complementa con **zanjas-trinchera (25 obras; 128 m³)** con capacidad de retención **153.6 t**, más **cunetas** para conducción controlada hacia puntos de manejo, y **fosas de sedimentación** como pretratamiento para disminuir turbidez antes de infiltrar o descargar excedentes a infraestructura municipal. Respecto a **descargas de drenaje**, en construcción se usan **sanitarios móviles** con recolección y tratamiento por prestador; en operación, las aguas residuales se **conectan a la red municipal (CAPDAM)**, evitando descargas directas al suelo o a escurrimientos que alcancen cuerpos de agua. Como **compensación/recuperación funcional**, el proyecto mantiene **3,504 m² (35.94%)** de áreas verdes y ejecuta restauración/reforestación externa, lo que mejora cobertura, reduce erosión secundaria y estabiliza suelos, disminuyendo la probabilidad de transporte de sedimentos hacia la red pluvial y, por conectividad hidrológica, hacia cauces regionales.

Problemática	Relación con el proyecto
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.	El proyecto no incorpora actividades de pesca, acuacultura, minería o explotación forestal comercial; por tanto, no genera presión directa sobre esos recursos.

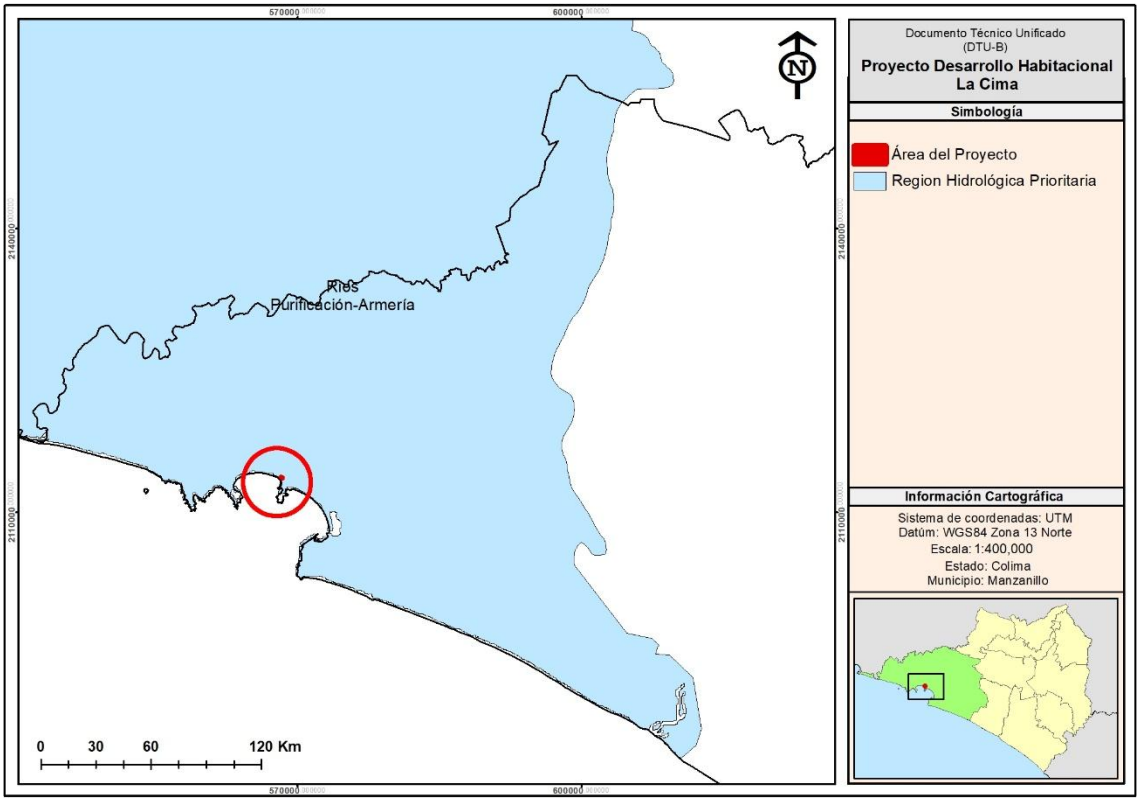


Figura 12. **Regiones Hidrológicas Prioritarias y su ubicación respecto al proyecto.**

III.3.2.4 Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se circunscribe en el Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), que se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.).

La identificación de las regiones prioritarias aquí presentadas es el resultado del trabajo conjunto de expertos de la comunidad científica nacional, quienes, coordinados por la Conabio y reunidos en dos talleres de trabajo, intercambiaron opiniones hasta lograr el objetivo del proyecto, en función de un esquema nacional de conservación de áreas que, independientemente de su estado actual, se consideran importantes desde diferentes puntos de vista.

Como producto de este proyecto, se dispone de un mapa del territorio nacional cuya escala de trabajo fue de 1:250 000 (topografía) y 1:1 000 000 (vegetación) con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México que cubren una superficie de 515 558 km2 (más de la cuarta parte del territorio nacional) y que están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación y del área de distribución de algunas especies clave.

Las actividades de CUSTF no inciden en alguna Región Terrestre Prioritaria.

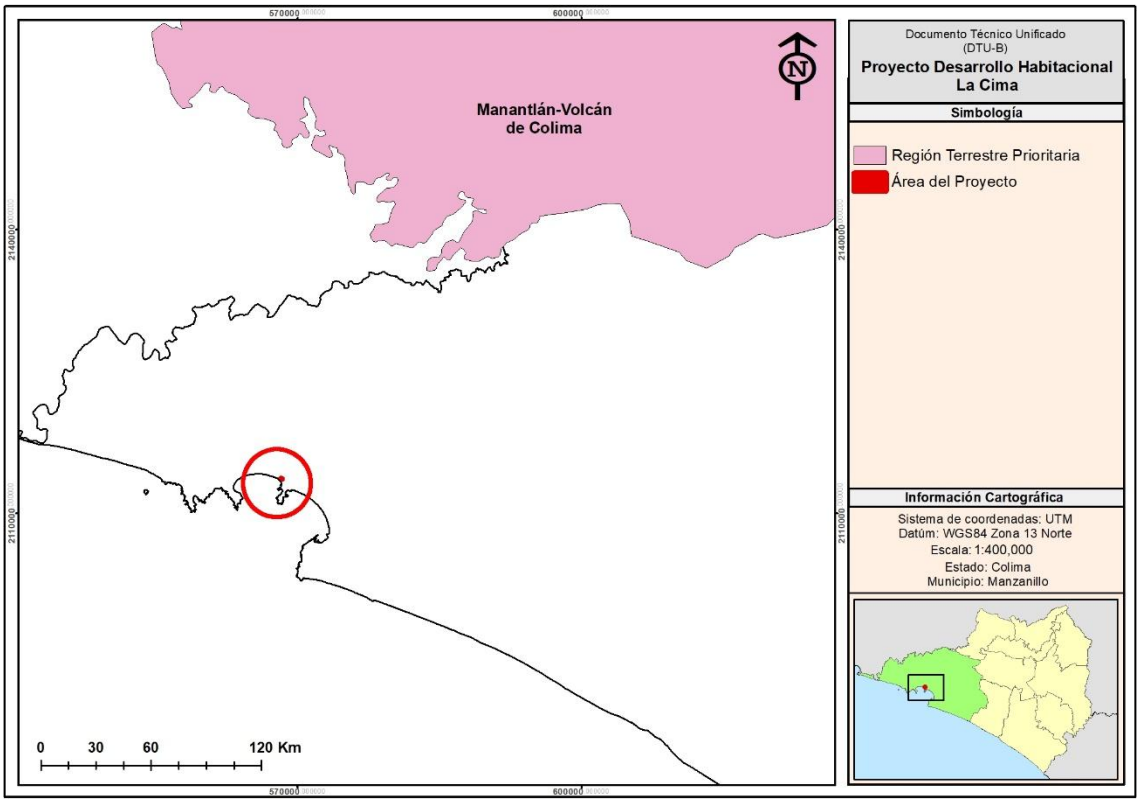


Figura 13. **Regiones Terrestres Prioritarias y su ubicación respecto al proyecto.**

III.3.2.5 Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad

La conservación de especies y ecosistemas sólo se puede lograr si hay **conectividad ecosistémica** y los hábitats están **conectados funcionalmente** (Hilty *et al.* 2020); por ello, es fundamental considerar a los corredores bioclimáticos en las acciones de conservación y la planificación territorial en el contexto del cambio global, ya que estas rutas son clave para la dispersión de la flora y la fauna entre fragmentos de vegetación natural al evitar barreras antropogénicas (como los asentamientos humanos, la infraestructura carretera y otros usos del suelo) que se estimaron por medio del **índice de impacto humano (MexBio),** es decir, este índice se utilizó como una medida de resistencia al desplazamiento de los organismos.

Además, en el diseño de los corredores bioclimáticos, se consideraron explícitamente variables climáticas para evitar cambios bruscos en la temperatura y precipitación y seguir transiciones graduales de los gradientes climáticos altitudinales o latitudinales, para que los organismos puedan encontrar condiciones climáticas adecuadas ante el calentamiento global. Los corredores bioclimáticos pueden contribuir a mantener la resiliencia de los ecosistemas y fortalecer las medidas de adaptación y mitigación.

En el marco de colaboración de la **CONABIO con el proyecto GEF-Resiliencia**, se identificaron las rutas de 'menor costo', es decir, aquellas que consideran el gradiente climático (variación en la variable climática por unidad de distancia), el impacto humano y la distancia euclidiana entre fragmentos de vegetación nativa (en estado de conservación primario, que aparentemente tienen menor grado de impacto o deterioro). El modelo de conectividad incorpora el impacto humano por medio de un modelo de resistencia como un indicador del costo de desplazamiento, así como a la evapotranspiración para un periodo reciente (1980-2009) como variable climática que integra temperatura y humedad, para evitar desviaciones extremas en el clima a lo largo de la ruta propuesta. Se identificaron 4,504 corredores de menor costo.

En el norte del país se presenta el menor número de corredores dado que existe un menor número de fragmentos de vegetación nativa a conectar y la superficie de vegetación primaria continua es mayor, mientras que en el centro y sur del país la fragmentación del paisaje es mayor y por ende incrementa el número de fragmentos y de corredores de menor costo que conectan los fragmentos de vegetación nativa.

El Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima no incide en la zona de Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad.

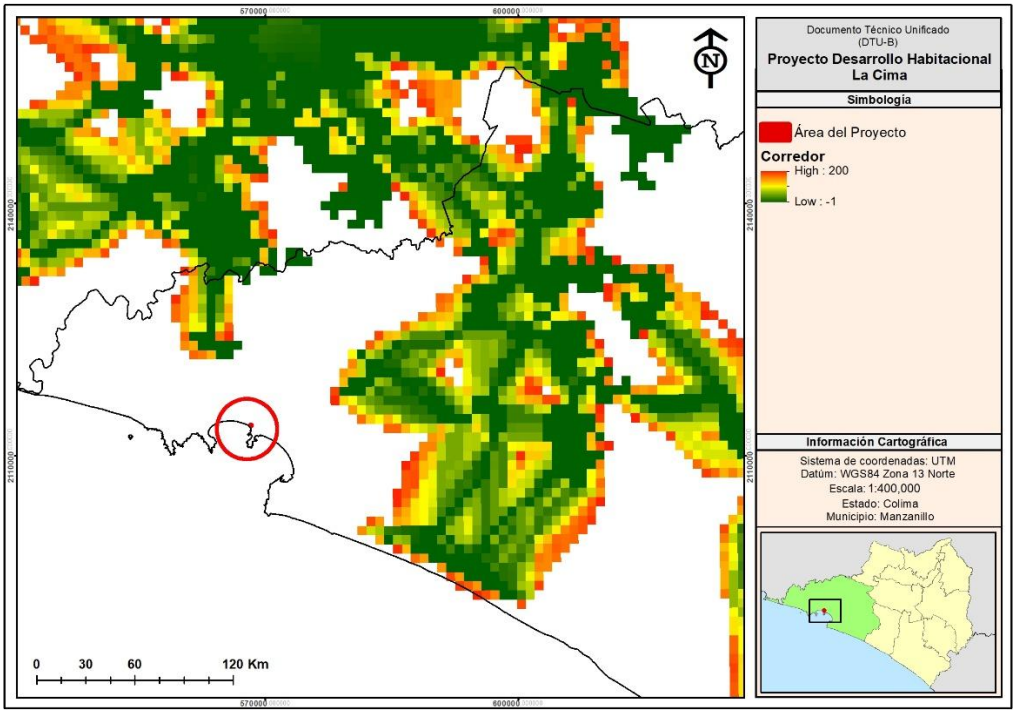


Figura 14. Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad respecto al proyecto.

III.3.2.6 Sitios de atención prioritaria para la conservación (SAP)

Los SAP se diseñaron considerando los **sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad de ambientes terrestres**, **acuáticos epicontinentales y costeros**, la **representatividad ecorregional** y otras variables para identificar los espacios naturales en buen estado de conservación que cuentan con una elevada diversidad biológica y que albergan especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, así como ecosistemas vulnerables y adyacentes a las áreas protegidas.

Para la identificación de los **SAP** se desarrolló un modelo multicriterio espacial con 15 variables agrupadas en cuatro componentes: áreas prioritarias de biodiversidad (10 variables), estado de conservación (3 variables), cercanía a áreas protegidas y en riesgo de deforestación. Las variables fueron estandarizadas en un rango de 0 a 1, y se le asignó un valor de importancia relativa a cada variable, así como a cada uno de los cuatro componentes, con base en discusiones con expertos. La superposición de las variables se realizó por medio de la sumatoria lineal ponderada, la cual permite obtener un valor final para cada píxel en función de la suma de los valores de cada criterio y su importancia relativa en los diferentes niveles de la jerarquía.

A partir del mapa integrado se determinaron tres categorías de prioridad que permiten distinguir entre los SAP de **prioridad extrema, alta y media** que representan 12%, 24% y 36%, respectivamente de la superficie continental de México, considerando el valor acumulado.

Relacionado con las actividades de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), estas actividades no inciden en Sitios de atención prioritaria para la conservación (SAP).

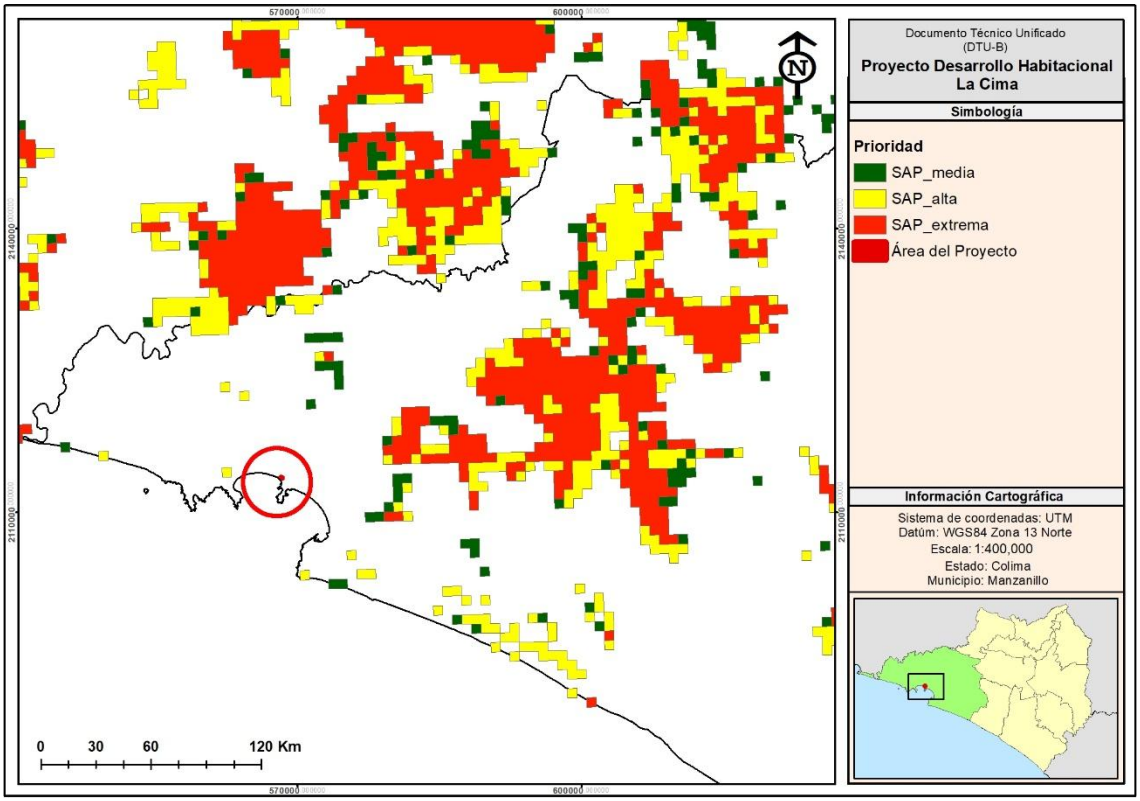


Figura 15. **Sitios de atención prioritaria para la conservación (SAP) y su ubicación respeto al proyecto.**

III.3.2.7 Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR)

Con el fin de guiar acciones de restauración ambiental en el país, la CONABIO coordinó un análisis para identificar los **sitios prioritarios para la restauración (SPR)** en la porción continental de México con base en los principios de **planeación sistemática para la conservación**. Los SPR representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, así como las funciones ecológicas que los mantienen y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, además de contribuir a **incrementar la conectividad ecológica** y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables ante diversos factores del cambio global (Tobón *et al.* 2016, 2017).

La priorización se llevó a cabo con un enfoque multicriterio, estructurado en pasos, con la participación de expertos a lo largo de todo el proceso. El modelo espacial consideró dos componentes, la "importancia biológica" y la "factibilidad de restauración".

El Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima no se ubica sobre Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR).

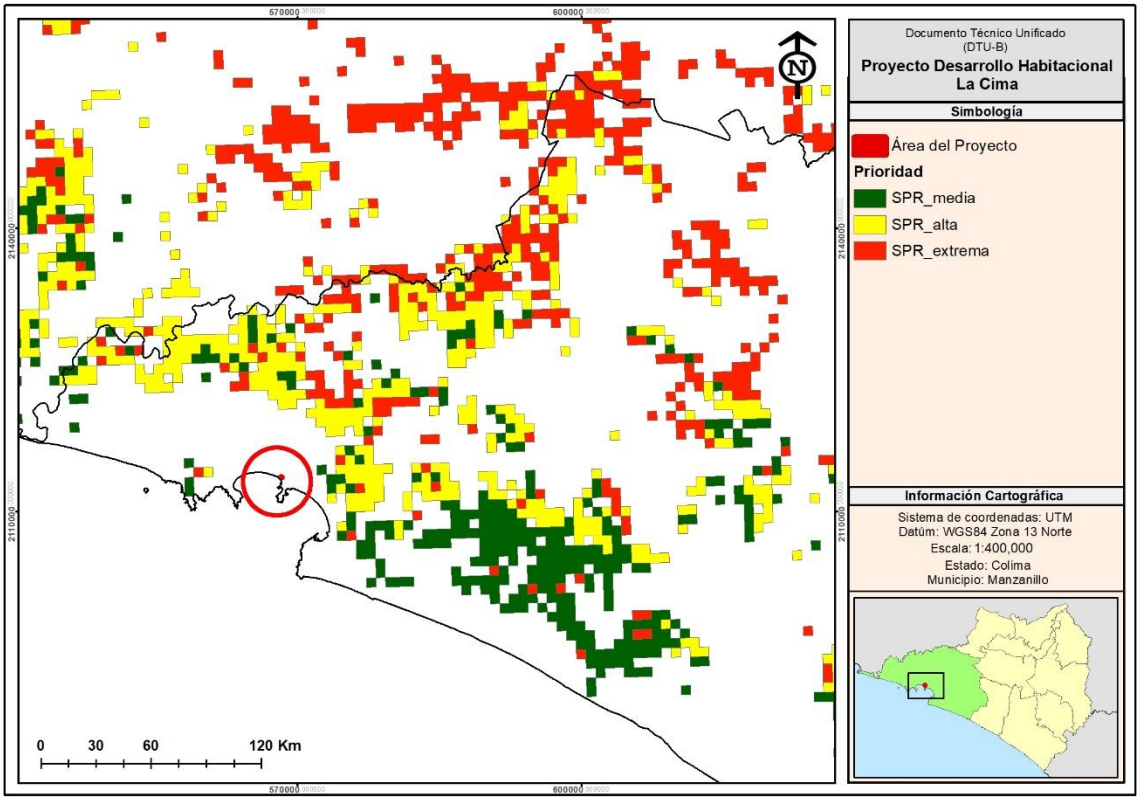


Figura 16. **Sitios Prioritarios para la Restauración y su ubicación respecto al proyecto.**

III.3.2.8 Sitio RAMSAR

Por su parte, los Humedales de Importancia Internacional son mejor conocidos como **Sitios Ramsar**, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente mediante una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la "**Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional**" (Convención Ramsar). En México, la Convención entró en vigor el 4 de noviembre de 1986, y actualmente se cuenta con 142 Humedales de Importancia Internacional con una superficie de 8,657,057 hectáreas y ocupa el segundo lugar a nivel mundial. La relación entre los Sitios Ramsar y ANP es importante, es así como 69 ANP están relacionadas territorialmente con 81 Sitios Ramsar.

De acuerdo con el análisis geográfico, el Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima no incide en algún Sitio Ramsar, siendo el más cercano Laguna de Cuyutlán Vasos III y IV.

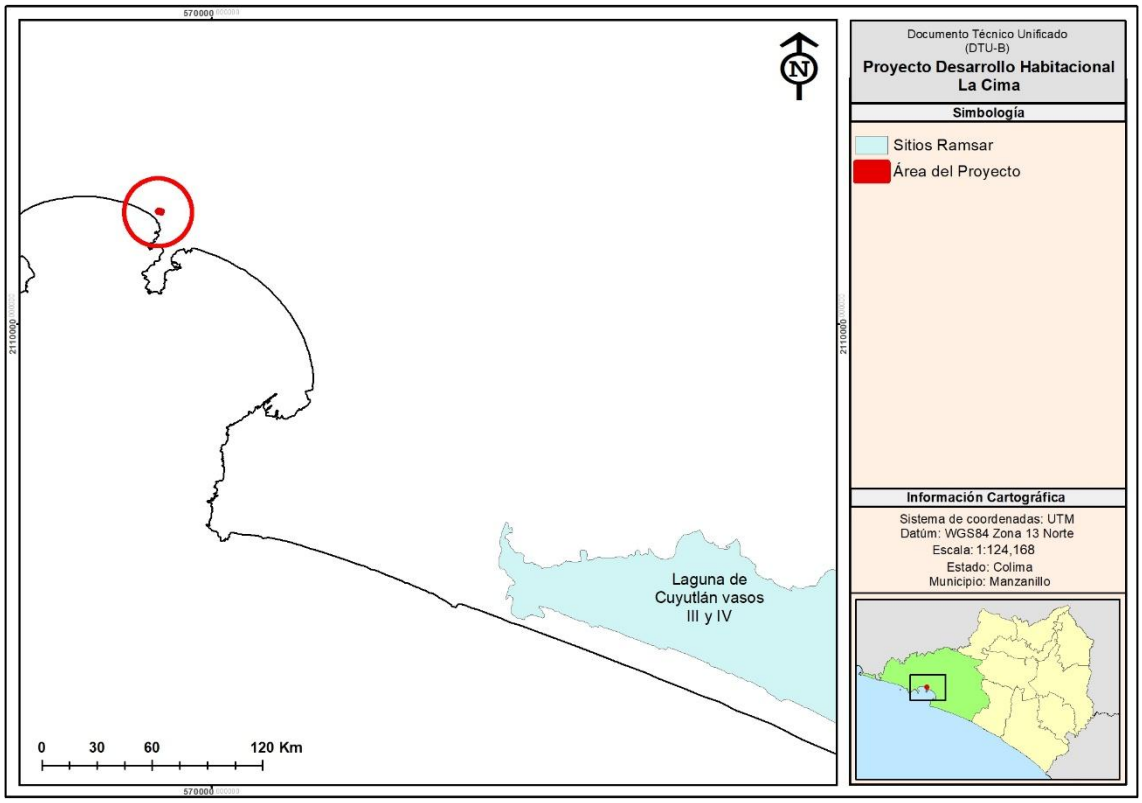


Figura 17. **Sitios Ramsar y su ubicación respecto al proyecto.**

III.3.2.9 Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad

Un componente esencial de la biodiversidad de México, que usualmente no ha sido mencionado de manera tan explícita como la terrestre, es la diversidad que habita en los ambientes marinos y costeros. El hecho de que México se encuentra rodeado por cuatro mares principales: Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y Caribe, le confiere elevados niveles de riqueza de especies, diversidad y endemismos, así como de recursos marinos.

La biodiversidad marina de México también se encuentra amenazada por diversas actividades humanas. Los principales factores que la afectan negativamente son la contaminación y las actividades pesqueras sin criterios ecológicos que permitan su sustentabilidad. La presión sobre las costas y mares mexicanos se ha incrementado por el aumento en la demanda por recursos turísticos, alimenticios y crecimiento urbano, entre otros, por lo que es fundamental priorizar las zonas de mayor importancia para su conservación.

Los ecosistemas marinos tenían un sesgo de representatividad en la red de áreas protegidas, que era más evidente en 2008, cuando al considerar la zona económica exclusiva (ZEE), sólo 1.38% de los ambientes oceánicos estaba bajo algún decreto de área protegida. Resultaba fundamental que la expansión de los sistemas de áreas protegidas se hiciera de forma estratégica, en aquellos sitios con mayor diversidad expuestos a mayores amenazas.

En el proceso realizado de 2005 a 2008 para los ambientes marinos se identificaron 105 sitios prioritarios para la conservación de costas, océanos y elementos insulares, utilizando cartografía temática digital, bases de datos de registros georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina.

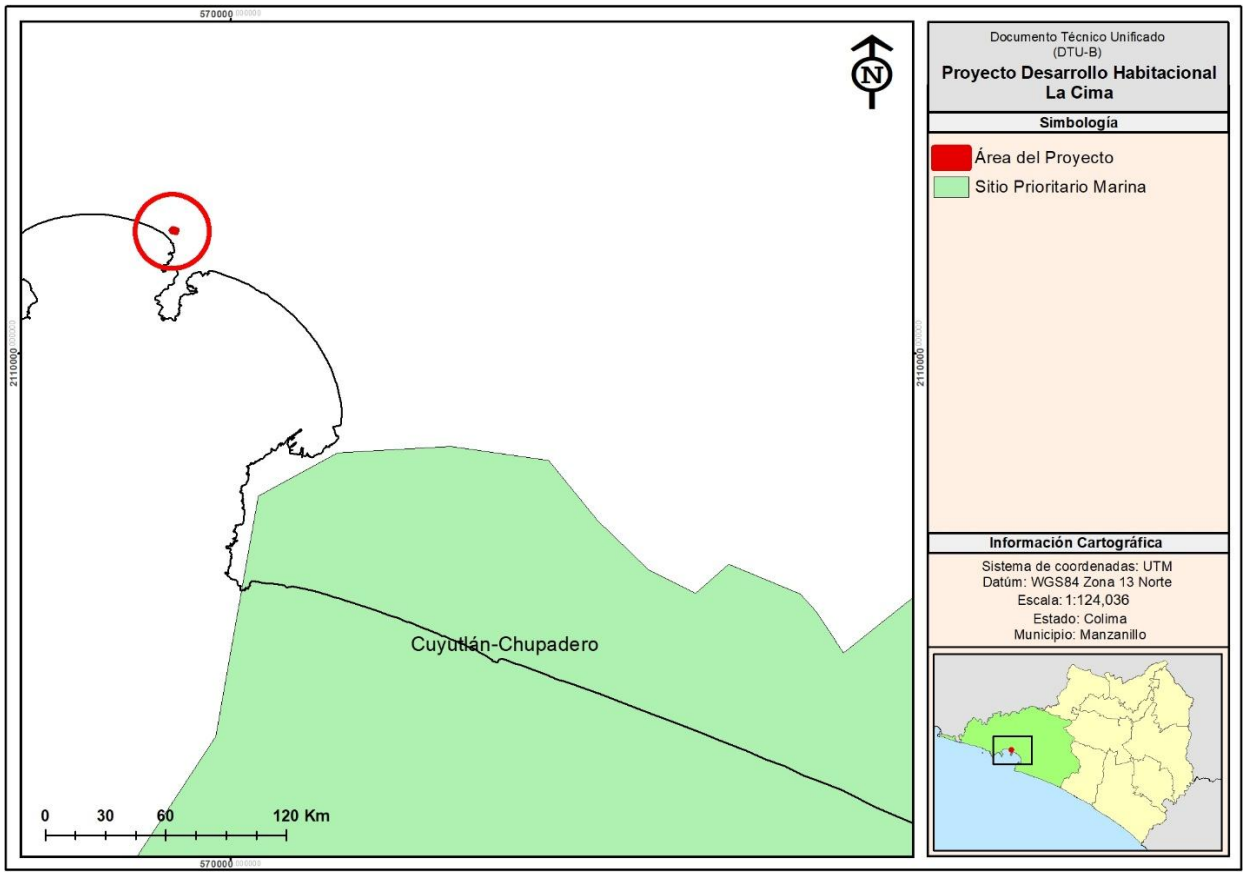


Figura 18. **Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad y su ubicación respecto al proyecto.**

De acuerdo con el análisis geográfico, las actividades del Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima No incide en ninguna zona marina.

III.4 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.

Tabla 15. Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto.

<table>
<tr><th colspan="2">Norma</th><th>Descripción NOM</th><th>Vinculación con el Proyecto</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Flora y Fauna</td><td>NOM-059-SEMARNAT-2010</td><td>Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre – Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.

5.1 La lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo se divide en: Anfibios, Aves, Hongos, Invertebrados, Mamíferos, Peces, Plantas y Reptiles.
5.2 La lista se publica como Anexo Normativo III de la presente Norma Oficial Mexicana.
5.3 En la integración del listado se consideran como categorías de riesgo las siguientes:
• En peligro de extinción (P)
• Amenazada (A)
• Sujeta a protección especial (Pr)
• Probablemente extinta en el medio silvestre (E).</td><td>De acuerdo con los resultados presentados en el estudio, en el área de CUSTF se tiene la presencia de tres especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas las que se señalan a continuación:

<table><tr><th>Especie</th><th>NOM-059-SEMARNAT-2010</th></tr><tr><td>Eupsittula canicularis</td><td>Pr</td></tr><tr><td>Thalasseus elegans</td><td>Pr</td></tr><tr><td>Iguana iguana</td><td>Pr</td></tr></table>
Antes y durante el desmonte gradual (18 meses) se implementa el programa de rescate/ahuyentamiento de fauna y rescate/reubicación de flora, para evitar afectación a especies enlistadas y reducir mortalidad por maquinaria y pérdida súbita de hábitat. La superficie de intervención es 0.9749 ha con remoción forestal en 0.9308 ha, por lo que el control se focaliza en el polígono CUSTF.</td></tr>
<tr><td>NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007</td><td>Establece especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios para prevenir incendios y controlar riesgos. (Gobierno de México)</td><td>Para evitar incendios y emisiones por combustión, el proyecto no contempla quema de vegetación producto del desmonte; el material vegetal se reaprovecha en obras de conservación (barreras, control de erosión) y manejo interno. Se implementa control operativo (prohibición de fogatas, manejo de colillas, extintores en frentes de obra) como prevención alineada con el objetivo de la NOM-015.</td></tr>
<tr><td>Atmósfera – emisiones</td><td>NOM-041-SEMARNAT-2015</td><td>Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</td><td>Durante las diferentes actividades de CUSTF se utilizarán vehículos automotores que usan gasolina como combustible, a los cuales se les dará el mantenimiento recomendado por el fabricante, con el objeto de que las emisiones de gases contaminantes estén por debajo de los límites máximos permisibles.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Norma</th><th>Descripción NOM</th><th>Vinculación con el Proyecto</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>4.1 El Gobierno Federal, el Gobierno del Distrito Federal, los gobiernos estatales y municipales, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, deberán instrumentar sus PVVO, aplicando el método de prueba dinámica, procedimiento de medición de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya.
4.2 Límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible.
4.2.2 Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, los límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en el Método de prueba estática procedimiento de medición, de la NOM-047-SEMARNAT-2014 o la que la sustituya; en función del año-modelo, son los establecidos en el numeral 4.2.2, (TABLA 2) de la presente NOM.</td><td>Como parte de las medidas de prevención se tendrá el mantenimiento vehicular y maquinaria, incluyendo la afinación menor y mayor, cambio de aceite y filtros. Para su aplicación y vigilancia se calendarizarán dichas actividades.

Cabe señalar que, se contempla tener un parque vehicular de modelo reciente, lo que asegura mayor eficiencia en el consumo de combustible.
TABLA 2.- Límites Máximos Permisibles de Emisión del Método Estático<table><tr><th rowspan="2">Año modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O_2 % vol.)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO_2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr><tr><th>Min.</th><th>Máx.</th></tr><tr><td>1993 y Anteriores</td><td>400</td><td>3,0</td><td>2,0</td><td>13</td><td>16,5</td><td>1,05</td></tr><tr><td>1994 y posteriores</td><td>100</td><td>1,0</td><td>2,0</td><td>13</td><td>16,5</td><td>1,05</td></tr></table></td></tr>
<tr><td></td><td>NOM-042-SEMARNAT-2003</td><td>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 diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

La presente Norma Oficial Mexicana aplica tanto a los vehículos nuevos fabricados en México, como a los fabricados en otros países que se importen definitivamente en el territorio nacional. Esta norma es de observancia obligatoria para los</td><td>Todo vehículo utilizado en la ejecución del proyecto cumplirá con las especificaciones de los límites máximos permisibles de esta Norma.

Durante la ejecución del proyecto se tendrá en operación maquinaria que utiliza diésel como combustible, por lo que se contará con mantenimiento periódico (tal como lo señala el manual del fabricante), con el fin de que las emisiones estén por debajo de los límites máximos permisibles.

Como parte de las medidas de prevención y mitigación de impactos se tendrá el mantenimiento vehicular y de maquinaria. Cabe señalar que, se contempla tener un parque vehicular de modelo reciente, lo que asegura mayor eficiencia en el consumo de combustible.</td></tr>
</table>

Norma		Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		fabricantes e importadores de dichos vehículos.	
	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 amoniaco, 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. Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable en todo el territorio nacional y es de **observancia obligatoria para los fabricantes e importadores de los motores nuevos** que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como para los vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados 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. Durante la ejecución del proyecto se tendrá en operación maquinaria que utiliza diésel como combustible, por lo que se contará con mantenimiento periódico (tal como lo señala el manual del fabricante), con el fin de que las emisiones estén por debajo de los límites máximos permisibles. Como parte de las medidas de prevención y mitigación de impactos se tendrá el mantenimiento vehicular y de maquinaria. Cabe señalar que, se contempla tener un parque vehicular de modelo reciente, lo que asegura mayor eficiencia en el consumo de combustible.
	NOM -045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental – Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. 1. Objetivo y campo de aplicación La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por	Todos los vehículos que se requieran en el proyecto cumplirán con las especificaciones de esta norma. Durante la ejecución del proyecto se tendrá en operación maquinaria que utiliza diésel como combustible, por lo que se contará con mantenimiento periódico (tal como lo señala el manual del fabricante), con el fin de que las emisiones estén por debajo de los límites máximos permisibles.

Norma		Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. **Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.**	Como parte de las medidas de prevención se tendrá el mantenimiento vehicular y de maquinaria, incluyendo la afinación menor y mayor, cambio de aceite y filtros. Cabe señalar que, se contempla tener un parque vehicular de modelo reciente, lo que asegura mayor eficiencia en el consumo de combustible.
	NOM-047-SEMARNAT-2014	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. **1. Objetivo y campo de aplicación** La presente Norma Oficial Mexicana establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, es de observancia **obligatoria para los responsables de los Centros de Verificación o Unidades de Verificación Vehicular autorizados, proveedores de equipos de verificación, de insumos y laboratorios de calibración.**	Durante la ejecución del proyecto se tendrá en operación maquinaria que utiliza diésel como combustible, por lo que se contará con mantenimiento periódico (tal como lo señala el manual del fabricante), con el fin de que las emisiones estén por debajo de los límites máximos permisibles. Como parte de las medidas de prevención se tendrá el mantenimiento vehicular y de maquinaria, incluyendo la afinación menor y mayor, cambio de aceite y filtros. Cabe señalar que, se contempla tener un parque vehicular de modelo reciente, lo que asegura mayor eficiencia en el consumo de combustible.

<table>
<tr><th colspan="2">Norma</th><th>Descripción NOM</th><th>Vinculación con el Proyecto</th></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>NOM-080-SEMARNAT-1994</td><td>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.

Campo de aplicación: La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.</td><td>Ningún vehículo automotor rebasará los límites máximos permisibles de ruido.

Durante el desarrollo del proyecto se utilizarán vehículos, los cuales contarán con un programa de mantenimiento periódico, con el fin de que sus emisiones de ruido estén por debajo de los límites máximos permisibles. Es decir, cambio de aceites y bujías, de acuerdo con el manual del fabricante.

En el siguiente cuadro se presentan los límites máximos permisibles de acuerdo con esta norma:
<table><tr><th>PESO BRUTO VEHICULAR (KG)</th><th>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB (A)</th></tr><tr><td>Hasta 3,000</td><td>86</td></tr><tr><td>Más de 3,000 y hasta 10,000</td><td>92</td></tr><tr><td>Más de 10,000</td><td>99</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>NOM-085-SEMARNAT-2011</td><td>Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

2. Campo de aplicación
Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal y local que utilizan equipos de combustión de calentamiento indirecto con combustibles convencionales o sus mezclas en la industria, comercios y servicios.</td><td>La NOM-085-SEMARNAT-2011 no aplica al proyecto. La maquinaria utilizada en el proyecto no es considerada una fuente fija que utiliza equipos de combustión de calentamiento indirecto.</td></tr>
<tr><td>Residuos</td><td>NOM-052-SEMARNAT-2005</td><td>Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

7. Características que definen a un residuo como peligroso
7.1 El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones</td><td>Está prohibido realizar mantenimiento o reparaciones de vehículos y maquinarias en las áreas sujetas a CUSTF y en áreas adyacentes. Por lo cual, el promovente del proyecto realizará el mantenimiento o reparaciones de vehículos y maquinarias en talleres autorizados dentro de la zona de Manzanillo.

Por lo anterior, no se considera generar residuos peligrosos, los prestadores de los</td></tr>
</table>

Norma		Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
		señaladas en los numerales 7.2 a 7.7 de esta Norma Oficial Mexicana: - Corrosividad - Reactividad - Explosividad - Toxicidad Ambiental - Inflamabilidad - Biológico-Infecciosa	servicios de mantenimiento serán los responsables del manejo de los residuos peligrosos que se generen por motivo de su actividad. En caso de llegar a generar residuos peligrosos (estopas, botes, brochas impregnadas de solventes, pinturas, aceites o gasolinas), se le dará un manejo conforme a la normatividad ambiental respectiva. En caso de generarse algún derrame, estos serán colectados y entregados a empresas autorizadas para su transporte y manejo correspondiente.
	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.	En caso de generarse algún tipo de residuo de estas características en el sitio del proyecto, la incompatibilidad de dos o más residuos peligrosos se determinará considerando la NOM-052-SEMARNAT-1993 y se tomarán las medidas correspondientes.
	NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Considerando que son los generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o se prevé la generación de residuos y materiales pétreos de las actividades de desmonte y despalme serán utilizados en el mismo proyecto. Los residuos de la urbanización como metales, aluminio, plásticos que se generen se dispondrán en el relleno sanitario. En los casos que sea posible se debe de priorizar el reciclaje de RSU y en última instancia la disposición final. El proyecto estima 30 ton de RME y define su gestión con prioridad a reciclaje/valorización y disposición en sitio autorizado por municipio/autoridad ambiental.

Norma		Descripción NOM	Vinculación con el Proyecto
	NOM-138-SEMARNAT/SSA 1-2012	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. Por cuestiones de logística y economía, el mantenimiento de la maquinaria no se llevará en el sitio del proyecto, sino fuera el sitio del proyecto, lo que disminuye el riesgo de derrames de hidrocarburos. En caso de existir algún accidente se contratará a una empresa especializada para la recolección y tratamiento de los suelos contaminados. Lo anterior, considerando los parámetros establecidos en la **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.**
Agua Residuales	**NOM -001-SEMARNAT-2021.**	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	**Durante las primeras etapas del proyecto s**e 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. En operación, el proyecto se conecta a la red de drenaje de CAPDAM, por lo que no contempla descargas directas a bienes nacionales; la gestión se enfoca en evitar aportes de sólidos/grasas fuera de especificación mediante mantenimiento y operación adecuada.
	NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	La descarga en operación se realiza mediante **conexión al drenaje municipal (CAPDAM)**, por lo que el control se rige por NOM-002: prohibición de descargas atípicas, control de grasas/aceites y mantenimiento preventivo de instalaciones hidrosanitarias. En construcción, el uso de sanitarios móviles con retiro por empresa autorizada evita cualquier descarga irregular al alcantarillado o al ambiente.

III.5 OTROS INSTRUMENTOS

III.5.1 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES.

III.5.1.1 Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica es el instrumento internacional para "la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos", que ha sido ratificado por 196 países. **Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible**.

La conservación de la diversidad biológica es interés común de toda la humanidad. El Convenio sobre la Diversidad Biológica cubre la diversidad biológica a todos los niveles: **ecosistemas, especies y recursos genéticos**. También cubre la biotecnología, entre otras cosas, a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación, a la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más.

El órgano rector del CDB es la Conferencia de las Partes (COP). Esta autoridad suprema de todos los Gobiernos (o Partes) que han ratificado el tratado se reúne cada dos años para examinar el progreso, fijar prioridades y adoptar planes de trabajo. La Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB) tiene su sede en Montreal, Canadá. Su principal función es ayudar a los Gobiernos a aplicar el CDB y sus programas de trabajo, organizar reuniones, redactar borradores de documentos, coordinar la labor del Convenio con la de otras organizaciones internacionales, así como recopilar y difundir información. El Secretario Ejecutivo es el director de la Secretaría.

El promovente del proyecto tiene en cuenta los objetivos del estado en materia de derechos humanos, desarrollo y medio ambiente, por lo que aplicará las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el país para el desarrollo del proyecto. En el presente estudio demuestra que el cambio de uso del suelo 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; en concordancia con la conservación de la biodiversidad a nivel ecosistemas y especies.

III.5.1.2 Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR)

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971. En México hay 142 Humedales de Importancia Internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial.

De acuerdo con el análisis geográfico, **el proyecto ni su área de influencia se ubican en algún Sitio Ramsar, siendo el Sitio Ramsar "Vasos III y IV de la Laguna de Cuyutlán" el más cercano a más de 15 km de distancia del proyecto.**

III.5.1.3 Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestre (Cites)

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional concertado entre gobiernos. Desde el año 2000 la CONABIO es la autoridad científica de México ante la CITES. La CITES regula la exportación, reexportación e importación de especies, así como la introducción procedente del mar de especímenes de animales y plantas enlistadas en alguno de sus tres Apéndices.

La CITES proporciona un marco jurídico internacional, en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados. Para ello, es indispensable que cada uno de los países que participan en la Convención designen una o más Autoridades Administrativas que se encargan de regular el sistema de permisos y certificados, y una o más Autoridades Científicas que asesoren sobre los efectos del comercio en las especies.

La Misión de la CITES es asegurar que el comercio internacional de especies de fauna y flora silvestres no amenace su supervivencia, sino que se realice de manera sustentable promoviendo la conservación de las poblaciones.

Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, no se contempla el aprovechamiento de vida silvestre. No obstante, como parte de las medidas de mitigación, el proyecto contempla la ejecución de un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna; así como acciones de rescate y reproducción de flora, además de la reforestación con este tipo de especies en el predio de compensación del proyecto.

III.5.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025 – 2030

El gobierno de la República Mexicana a través del poder ejecutivo ha publicado el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, en el cual dentro de la política social destaca el **Desarrollo Sostenible**.

Política: Desarrollo Sostenible

Medio ambiente y desarrollo sustentable

El PND plantea que el bienestar y el desarrollo económico deben ser compatibles con el **cuidado del medio ambiente**, por lo que prioriza: **protección de ecosistemas**, **derecho humano al agua** y una **transición hacia energías limpias**. Incluye enfoques como conservación de bosques/selvas (reforestación), protección de "ecosistemas estratégicos" y fortalecimiento del cumplimiento normativo ambiental.

En el **Eje 4 (Desarrollo sustentable)** se integran líneas de política para:

- **Transición energética** y modernización de infraestructura eléctrica con impulso a energías renovables.
  Economía circular y gestión de residuos, buscando reducir contaminación y presión sobre recursos.
  Ordenamiento ecológico y territorial, armonizando instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico para gestionar la expansión urbana/agropecuaria con criterios de conservación.

Cambio climático

El PND reconoce la **crisis climática** y orienta estrategias a: **mitigación de GEI**, **adaptación** y **resiliencia climática**, vinculando energía, biodiversidad, agua y prevención de riesgos. Enfatiza compromisos internacionales (Acuerdo de París) y acciones para reducir emisiones y fortalecer políticas climáticas con enfoque de justicia ambiental.

Agua, saneamiento y cuencas

El PND propone garantizar el **derecho al agua** con una gestión **eficiente, sustentable y resiliente**, mediante **inversión en infraestructura**, **fomento del reúso**, modernización/expansión de redes de recolección, distribución y **tratamiento de aguas residuales**, y control de contaminantes. También incorpora la **gestión integrada de cuencas y acuíferos** en proyectos de infraestructura y desarrollo urbano.

Vivienda y desarrollo urbano

En "**República con acceso a vivienda**", el PND coloca a la **vivienda adecuada** como centro de la planeación territorial y plantea: **producción de vivienda económica**, desacelerar el encarecimiento del suelo, **agilizar trámites de construcción**, **reducir la especulación inmobiliaria**, asegurar infraestructura/servicios y mejorar información y **cumplimiento normativo en operaciones inmobiliarias**.

> También incluye estrategias de financiamiento y prioriza diseños/materiales **sustentables**, e incorpora metas/indicadores vinculados a la vivienda impulsada por **INFONAVIT** y **CONAVI** hacia 2030.

Desarrollo económico y rol del sector inmobiliario

En lo económico, el PND incorpora la visión de **"Plan México"** (relocalización, mayor contenido nacional, polos regionales, empleo y competitividad), apoyada por inversión e infraestructura.

En el **sector inmobiliario**, su contribución al desarrollo económico se canaliza principalmente por la política de vivienda: **más producción habitacional**, reducción de costos por suelo y trámites, mejor información del mercado y reglas para contener prácticas especulativas, buscando que la expansión urbana sea **ordenada y sustentable**. Por lo que, a continuación, se hace la vinculación del PND con el proyecto.

Tabla 16. El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 y su vinculación con el proyecto.

Rubro	Estrategia (PND 2025–2030)	Objetivo (PND 2025–2030)	Vinculación con el Proyecto La Cima
Vivienda adecuada y sustentable	Impulsar el financiamiento y construcción de vivienda con **diseños, sistemas constructivos y materiales sustentables**, e **integración al ordenamiento territorial** (Estrategia 2.9.1), así como ampliar opciones para atender necesidades de vivienda (Estrategia 2.9.5).	**Objetivo 2.9:** Garantizar el derecho a una **vivienda adecuada y sustentable**, reduciendo brechas de desigualdad social y territorial.	La Fase 1 contempla **0.9749 ha (9,749 m²)** con **117 departamentos** en **dos torres** (9 niveles/54 unidades y 10 niveles/63 unidades), concentrando vivienda en menor huella territorial. Incluye **3,504 m² de áreas verdes (35.94%)**, favoreciendo habitabilidad y amortiguamiento microclimático. El proyecto se ejecuta por etapas y se alinea a la obtención de autorizaciones ambientales vigentes.

Rubro	Estrategia (PND 2025–2030)	Objetivo (PND 2025–2030)	Vinculación con el Proyecto La Cima
Planeación urbana, servicios y entornos adaptativos	Dotar infraestructura para movilidad y espacios urbanos; promover **ordenamiento territorial integral** y **construcción de infraestructura sostenible** que mitigue riesgos y contribuya a adaptación/mitigación climática (Estrategias 2.10.1–2.10.4).	**Objetivo 2.10:** Promover entornos públicos **justos y adaptativos** mediante planificación rural-urbana para reducir disparidades en acceso a oportunidades y servicios.	El proyecto incorpora **vialidad interna y de acceso** con sección **6 m + banquetas**, y pavimento de **concreto hidráulico** con capas de base/subbase especificadas, integrando infraestructura urbana del conjunto. Se prevé dotación de servicios básicos a las 117 unidades (hidráulicos, sanitarios, energía eléctrica, etc.), coherente con la consolidación urbana y funcionalidad del desarrollo.
Cambio climático, control de contaminación y economía circular	Reducir GEI; fortalecer prevención y control de contaminación; promover **economía circular** para optimizar recursos, mejorar gestión de residuos y prevenir contaminación (Estrategias 4.3.1, 4.3.3–4.3.5).	**Objetivo 4.3:** Reducir emisiones contaminantes y fortalecer resiliencia climática mediante prevención, control y mitigación de impactos en salud y ecosistemas.	En preparación/construcción: control de polvo mediante **riego periódico** cuando el material sea dispersable; emisiones mitigadas con **mantenimiento** (bitácora) de maquinaria. Residuos: estimación de **9 ton/año de RSU** con máximo **25 trabajadores**; **separación** (PET/cartón/aluminio/vidrio) y traslado semanal a relleno sanitario. Residuos peligrosos asociados a mantenimiento (**500 kg/mes**) se gestionan **fuera del sitio** (talleres), reduciendo riesgo de contaminación local.
Ecosistemas, biodiversidad y ordenamiento ecológico	Frenar pérdida/degradación; fortalecer ordenamiento ecológico e **integrar instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico** para gestionar expansión urbana con sustentabilidad (Estrategias 4.5.1, 4.5.6, 4.5.8–4.5.9).	**Objetivo 4.5:** Proteger y restaurar ecosistemas naturales, promoviendo uso sustentable con política ecológica inclusiva y participativa.	La Fase 1 se localiza sobre **0.9308 ha de vegetación forestal tipo Selva Baja Caducifolia** sujeta a **CUSTF**, por lo que la ejecución requiere compensaciones y manejo ambiental para pérdida de cobertura. El diseño incorpora compensación “in situ” mediante **áreas verdes** y medidas de manejo de agua/suelo para sostener amortiguamiento desde el inicio.
Agua, saneamiento y gestión de cuencas	Invertir en infraestructura de agua/saneamiento; modernizar recolección y tratamiento; e impulsar **gestión integrada de cuencas y acuíferos** en proyectos urbanos para sustentabilidad hídrica	**Objetivo 4.6:** Garantizar derecho al agua con gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo integridad de cuencas.	En construcción: uso de **sanitarios móviles** y gestión por empresa prestadora (recolección y envío a tratamiento). En operación: conexión a red de drenaje **CAPDAM**. Para reducir escurrimientos, erosión y azolves, se contemplan obras de manejo

Rubro	Estrategia (PND 2025–2030)	Objetivo (PND 2025–2030)	Vinculación con el Proyecto La Cima
	(Estrategias 4.6.1, 4.6.3 y 4.6.7).		pluvial con **zanjas de infiltración y cunetas**, incorporando **fosas de sedimentación en cunetas** para retención de sólidos y control de sedimentos.
Residuos (RSU, RME y RP) y cumplimiento	Impulsar economía circular y prevención de contaminación mediante mejor gestión de residuos (Estrategia 4.3.3).	Vinculado al **Objetivo 4.3** (prevención/mitigación de impactos) y a la lógica de reducción de contaminación.	El proyecto identifica corrientes de residuos: **RSU** (9 ton/año en construcción), **Residuos de Manejo Especial** (**30 ton**, asociados a urbanización/mantenimiento) y establece su disposición/reciclaje en sitios autorizados; el **material vegetal** se prevé para obras de conservación. Esto operacionaliza separación, valorización y disposición final controlada, disminuyendo presión a cuerpos receptores y suelos.
Desarrollo económico, inversión y empleo (sector construcción/inmobiliario)	Dignificar remuneración y promover trabajo digno (Objetivos 3.1–3.2); y, vía "Plan México", orientar inversión e infraestructura para competitividad y empleos (estrategias/objetivos del Plan México hacia 2030).	**Objetivo 3.1:** salarios justos; **Objetivo 3.2:** trabajo digno e inserción laboral.	La fase constructiva activa demanda de mano de obra (máximo **25 trabajadores** en sitio durante construcción, base para estimación de RSU), y moviliza cadenas de suministro locales (materiales, servicios, transporte). La ejecución por etapas permite acompasar inversión/empleo con la demanda, reduciendo riesgos de obra detenida y favoreciendo continuidad productiva.

III.5.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (2025-2030)

Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT) se publicó en el DOF y estructura su política pública en **5 objetivos prioritarios** con estrategias y líneas de acción para conservar/restaurar ecosistemas, garantizar el derecho humano al agua, fortalecer la acción climática (mitigación/adaptación) e integrar prevención y control de la contaminación, además de robustecer la gobernanza ambiental y la participación social.

Enfoque ambiental, desarrollo sustentable y cambio climático (síntesis técnica del PROMARNAT 2025-2030)

El PROMARNAT plantea un marco de **gestión territorial y de cuenca** con perspectiva de derechos, igualdad y justicia ambiental. Sus **objetivos** y **estrategias** más directamente vinculadas con proyectos inmobiliarios/urbanos son:

- **Objetivo. 1 (Biodiversidad y servicios ecosistémicos):** ampliar eficacia de ANP y otros esquemas; **detener pérdida/degradación**; impulsar **manejo sustentable** y productividad forestal; y **fortalecer el ordenamiento ecológico** como instrumento rector del uso del suelo.
- **Objetivo. 2 (Restauración):** restaurar ecosistemas degradados con **soluciones basadas en la naturaleza**; remediar/restaurar cuencas y sitios prioritarios; y recuperar especies nativas y controlar invasoras.
- **Objetivo. 3 (Agua):** garantizar acceso a agua potable y saneamiento; reducir presión hídrica; ampliar tratamiento municipal/industrial; **verificar descargas y monitorear calidad**; y proteger cuencas/acuíferos.
- **Objetivo. 4 (Acción climática + contaminación):** políticas de mitigación y protección de sumideros; adaptación con soluciones basadas en la naturaleza; coordinación institucional; **economía circular**; y reforzar prevención/control de contaminación de aire y suelo.
- **Objetivo. 5 (Gobernanza):** justicia ambiental, participación, digitalización/simplificación de trámites, investigación y acceso a información/educación ambiental.

Tabla 17. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 y su vinculación con el proyecto.

Eje PROMARNAT	Estrategia relevante	Vinculación con el Proyecto La Cima
Biodiversidad/uso de suelo (Obj.1)	1.2 y 1.5 (detener degradación; ordenamiento ecológico	Aunque implica remoción de SBC en 0.9308 ha, incorpora **programas de rescate/ahuyentamiento de fauna** y **rescate/reubicación de flora**, y mantiene **35.94%** como áreas verdes funcionales dentro del predio.
Restauración ecológica (Obj.2)	2.1–2.2 (restaurar y remediar; soluciones basadas en naturaleza)	Define **predio/área de compensación de 1.1 ha** en la misma subcuenca y Sistema Ambiental, con acciones físicas de restauración (terrazas individuales, barreras, etc.).
Agua, escurrimientos y acuíferos (Obj.3)	3.1, 3.3–3.5 (saneamiento, tratamiento, verificación; protección de cuenca/acuífero)	Implementa infraestructura de **manejo pluvial** para conducir escurrimientos a infiltración/retención: **cunetas** internas, **25 zanjas de infiltración** (capacidad **128 m³**), diseñadas para captar **100%** de precipitación máxima en 1 hora con **Tr=10 años**, y **fosas de sedimentación**/disipadores para controlar sólidos; el diseño compensa la infiltración perdida estimada por el CUSTF (**751 m³**).
Clima, contaminación y circularidad (Obj.4)	4.4–4.5 (economía circular; control de contaminación aire/suelo)	Define control operativo de impactos temporales (polvo/ruido) mediante riegos, confinamiento y mantenimiento de maquinaria, y control de sedimentos mediante obras de conservación (zanjas, fosas, barreras). Esto es consistente con el componente de prevención de contaminación (aire/suelo) y con el enfoque de circularidad al priorizar manejo y control de residuos/azolves para evitar dispersión al entorno.
Gobernanza, monitoreo y cumplimiento (Obj.5)	5.1–5.3 (justicia; participación; modernización de gestión)	Establece **monitoreo de sedimentos** desde preparación del sitio hasta restauración (frecuencia semanal en obra y semestral posterior) y mantenimiento del sistema pluvial durante la vida útil del proyecto, alineándose con el enfoque de seguimiento/verificación y mejora de la gestión ambiental.

III.5.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE COLIMA 2021 - 2027

El Plan Estatal de Desarrollo sintetiza y sistematiza un gran esfuerzo social y profesional para identificar y dar solución a las demandas y planteamientos de la sociedad. Desde su integración misma, representa un ejercicio de planeación participativa y social.

El esfuerzo de planeación estatal se sistematiza en cinco ejes: **Bienestar para Todas y Todos, Economía para el Bienestar, Sembrar la Paz, Colima Nuestro Hogar y Gobierno Honesto y Transparente.** En cada uno de estos ejes, se establece un diagnóstico, objetivos, estrategias, líneas de acción, proyectos y metas. Dichos ejes son de carácter transversal, cada uno de ellos requiere la participación de diversas dependencias, organismos públicos e inclusive, colaboración entre los poderes estatales y una estrecha coordinación con las autoridades y dependencias federales. El Plan presenta una estructura general y diversos componentes en cada uno de los ejes, se trata de un modelo flexible de planificación que obedece a la realidad y diagnóstico de las problemáticas que pretende atender y no a un esquema preconcebido de planeación.

COLIMA NUESTRO HOGAR

Medio Ambiente

Objetivo. Conservar y resguardar el medio ambiente y la biodiversidad, controlando y regulando los nuevos asentamientos, el manejo de los residuos sólidos y las actividades depredadoras, destructivas y contaminantes en el estado, con el desarrollo de acciones eficaces en la preservación de nuestros manglares, ecosistemas regionales y hábitats críticos.

Objetivos específicos:

1. Promover acciones e instrumentos que generen sustentabilidad ambiental, para el cuidado de las presentes y futuras generaciones.
2. Propiciar la convivencia en armonía entre seres vivos de distintas especies, para garantizar su protección y subsistencia.
3. Acabar con los esquemas de corrupción.

Estrategia: Crear, modernizar y fortalecer los instrumentos y mecanismos de operación en materia de cuidado al medio ambiente, con enfoque de la agenda de cambio climático y animalista.

Líneas de acción:

1. Cuidado del medio ambiente.
2. Agenda animalista.
3. Actualizar el ordenamiento ecológico y territorial para el estado.
4. Generar instrumentos de regulación, conservación y cuidado ambiental.
5. Rehabilitar y modernizar la infraestructura y los servicios existentes.
6. Realizar comités ciudadanos de planeación, vigilancia y cuidado del medio ambiente.

Tabla 18. Plan Estatal de Desarrollo de Colima 2021-2027 y su vinculación con el proyecto.

PED Colima 2021–2027	Alcance del PED	Vinculación concreta con La Cima
Obj. específico 1: Promover acciones e instrumentos de sustentabilidad ambiental	Instrumentos, prevención y control ambiental	El proyecto se somete a **evaluación ambiental** y **CUSTF**, estableciendo programas operativos de mitigación: **manejo de residuos (RSU/RME/RP)**, control de polvo/ruido, rescate de flora/fauna y control de erosión. **Indicadores/medios:**

PED Colima 2021–2027	Alcance del PED	Vinculación concreta con La Cima
		bitácoras de obra, manifiestos de residuos, evidencias de reforestación/compensación, reportes de mantenimiento de obras pluviales.
Obj. específico 2: Convivencia armónica y protección de especies (agenda "animalista")	Protección de fauna y reducción de conflicto humano-fauna	Implementación del **programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna** previo y durante obra; control de frentes para reducir mortalidad; y medidas de operación para minimizar interacción con fauna (gestión de residuos, control de alimento/atractores, iluminación dirigida y control horario). **Indicadores/medios:** registros de rescate/reubicación, checklists de supervisión, capacitación ambiental al personal y residentes.
Obj. específico 3: Acabar con esquemas de corrupción	Transparencia, trazabilidad, cumplimiento	Se asegura trazabilidad documental: autorizaciones, bitácoras, contratos de disposición final, **manifiestos** y evidencias fotográficas/georreferenciadas. Se propone auditoría interna/tercero para verificación de cumplimiento de condicionantes. **Medios:** expediente único ambiental del proyecto, reportes de cumplimiento y evidencias de cierre de medidas.
Estrategia: Fortalecer mecanismos con enfoque de cambio climático	Adaptación/mitigación y resiliencia	El proyecto incorpora **infraestructura verde** (35.94% áreas verdes) y manejo pluvial para reducir escurrimientos y sedimentos (cunetas, **fosas de sedimentación**, zanjas de infiltración y obras de conservación). Esto disminuye arrastres y riesgos hidrológicos locales, alineado a resiliencia climática. **Medios:** memoria de cálculo pluvial, planos, bitácoras de desazolve/mantenimiento.
Línea 1: Cuidado del medio ambiente	Prevención de impactos	Control de erosión y sedimentos mediante obras específicas (p. ej., **zanjas-trinchera**, barreras, cunetas y fosas de sedimentación), y protección del suelo con ejecución gradual del desmonte. **Medios:** reportes semanales de supervisión, fotografías antes/después, control de sedimentos retenidos.
Línea 2: Agenda animalista	Bienestar y protección de fauna	Rescate/ahuyentamiento, reubicación, y reglas operativas: control de residuos, señalización, capacitación y operación de iluminación para evitar desorientación de fauna nocturna. **Medios:** actas de capacitación, bitácoras de rescate y registros de incidentes/correctivos.
Línea 3: Actualizar ordenamiento ecológico y territorial	Instrumento estatal (aporte del proyecto)	Aunque la actualización es gubernamental, La Cima **se alinea** a los instrumentos vigentes y aporta información técnica (línea base de flora/fauna/suelo, medidas y monitoreo) útil para seguimiento del ordenamiento y control de cambio de uso de suelo. **Medios:** entrega de estudios y reportes de cumplimiento a autoridad.
Línea 4: Instrumentos de regulación y conservación	Cumplimiento y conservación	Integra compromisos de **compensación**: restauración/reforestación externa (**1.1 ha; 1,411 plantas nativas**) + conservación de áreas verdes internas (**3,504 m²**). **Medios:** programa de reforestación, porcentajes de supervivencia, reposición de marras y georreferenciación.

PED Colima 2021–2027	Alcance del PED	Vinculación concreta con La Cima
Línea 5: Rehabilitar/modernizar infraestructura y servicios	Servicios eficientes y saneamiento	Conexión a **redes urbanas** (agua/drenaje/energía) y manejo pluvial intrapredial para no transferir externalidades (sedimentos, caudales pico) al sistema municipal. **Medios:** dictámenes de factibilidad, planos hidrosanitarios, registros de mantenimiento.
Línea 6: Comités ciudadanos de planeación/vigilancia	Participación social	En operación, el régimen condominal permite un **Comité Ambiental del Condominio** (residentes/administración) para vigilar residuos, mantenimiento pluvial (cunetas/fosas), conservación de áreas verdes y reporte a autoridad cuando aplique. **Medios:** actas de comité, calendario de mantenimiento, bitácoras y reportes.

Con base en el enfoque del PED Colima 2021–2027, Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima cumple y abona al eje "Colima Nuestro Hogar – Medio Ambiente" al: (i) controlar el crecimiento urbano mediante densificación vertical y gestión formal; (ii) mitigar contaminación por residuos, sedimentos y emisiones de obra; (iii) proteger biodiversidad con rescate de biota y medidas operativas; y (iv) compensar la pérdida de cobertura con restauración/reforestación y conservación de infraestructura verde.

III.5.5 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE MANZANILLO 2024-2027

El **Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2024–2027** (publicado en el Periódico Oficial del Estado de Colima el **29 de enero de 2025**), aborda el medio ambiente, sustentabilidad, cambio climático, vivienda y economía se estructura en **cinco ejes** (Bienestar; Economía; Sembrar la Paz; **Manzanillo Nuestro Hogar**; Gobierno Honesto y Transparente) y se operativiza con una **guía de 8 módulos** (incluye **Gestión del territorio, Servicios públicos, Medio ambiente y Desarrollo económico**) con **115 indicadores** para seguimiento.

1) Medio ambiente y desarrollo sustentable
El PMD reconoce que el crecimiento urbano/portuario y turístico ha presionado la infraestructura y **reducido áreas verdes**, por lo que plantea un **planeamiento urbano sostenible** que priorice **arborización** y equidad en la distribución de servicios.

En el **Eje 4 (Manzanillo Nuestro Hogar)** se proponen líneas de intervención ambiental con énfasis en:

- **Control del cambio de uso de suelo** en sitios de alto valor ambiental (selva, manglar, bosque), mediante programas de **reforestación/restauración**, **corredores verdes/bosques urbanos**, educación ambiental e **inspección y vigilancia** para detectar cambios irregulares e incendios.

Conservación: coadyuvar a declarar ANP/áreas de valor ambiental con una **meta explícita de conservar 30% del territorio municipal**, además de acciones específicas (UMA de rehabilitación de fauna; fortalecimiento de tortugario; certificación de playas).

Contaminación y residuos: identifica problemas de cobertura/eficiencia de recolección y contaminación derivada de actividades portuarias, industriales y urbanas (incluye vertimientos y microplásticos) y plantea educación ambiental, reciclaje y regulación.

2) Cambio climático y resiliencia

El PMD incorpora el cambio climático como eje funcional del territorio: reconoce que humedales (sitios Ramsar) contribuyen a **recarga de acuíferos, protección contra inundaciones y mitigación climática**, y en su cartera de acciones propone:

- **Soluciones basadas en la naturaleza** y tecnologías para aumentar resiliencia ante efectos del cambio climático.

Infraestructura hidráulica + infraestructura verde con enfoque de **gestión de riesgos y cambio climático** (proyectos ejecutivos, rehabilitación de puntos críticos de inundación, equipamiento pluvial).

Un **plan maestro de gestión adaptativa climática del agua** (crisis hídrica) asociado a reservas urbanas y viabilidad del "desarrollo sustentable", junto con modernización de redes y plantas de tratamiento.

3) Vivienda, ordenamiento territorial y control de asentamientos irregulares

En el diagnóstico urbano, el PMD aborda explícitamente el **mercado inmobiliario**:

- Señala que el crecimiento inmobiliario incrementa **especulación del suelo** y **vivienda irregular** en periferias; además, el uso indebido del suelo (p. ej. patios de tráileres) afecta organización urbana y calidad de vida. Propone equilibrar expansión habitacional con **preservación de áreas naturales** e infraestructura adecuada mediante planes de desarrollo urbano actualizados.

Vincula asentamientos irregulares con **zonas de riesgo** (laderas/inundaciones) y subraya regularización con políticas de **reubicación y prevención**, reduciendo vulnerabilidad ante desastres y riesgos asociados al clima.
En su esquema de indicadores, el módulo de **Gestión del Territorio** incluye objetivos de **planeación urbana**, **ordenamiento ecológico** y **disminuir asentamientos en zonas de riesgo** (protección civil).

Tabla No. III.3 PMD del Municipio de Manzanillo 2024-2027y su vinculación con el proyecto.

Rubro	PMD: objetivo / estrategia	Objetivo/estrategia (síntesis técnica)	Vinculación con el Proyecto
Vivienda y desarrollo urbano	**Eje 4 (Manzanillo Nuestro Hogar) – Objetivo**	El PMD plantea "cuidar y construir" el municipio considerando **acceso a vivienda digna**, **suficiente** y con **regularización**, además de habilitar condiciones para desarrollos **sustentables** y **alineados al cambio climático**.	La Cima incrementa oferta habitacional mediante **117 departamentos** en **dos torres** (una de **10 niveles ~27.5 m** y otra de **9 niveles ~30 m**) dentro de una **superficie total 0.9749 ha**, con enfoque de densificación vertical que reduce expansión horizontal.
Ordenamiento territorial y certeza urbana	**Eje 4 – Estrategia 4.1**	Impulsa **planeación urbana**, actualización de instrumentos (planes), coordinación institucional y acciones para mejorar la gestión del territorio.	El proyecto se sustenta en instrumentos urbanos y se integra como intervención puntal en un predio delimitado (0.9749 ha), con distribución interna de infraestructura (circulaciones, estacionamiento, áreas verdes), lo que facilita su control urbanístico y supervisión municipal durante ejecución.

Rubro	PMD: objetivo / estrategia	Objetivo/estrategia (síntesis técnica)	Vinculación con el Proyecto
Medio ambiente, sustentabilidad y control del deterioro	**Eje 4 – Estrategia 4.4**	Plantea **protección ambiental**, cultura ambiental, restauración/reforestación, y acciones preventivas para conservar servicios ecosistémicos y reducir degradación.	La Cima reconoce componente forestal sujeto a gestión ambiental: el DTU cuantifica **0.9308 ha** asociadas al **cambio de uso de suelo forestal**, e incorpora obligaciones de prevención/mitigación propias del trámite ambiental-federal.
Cambio climático y gestión del riesgo hidrometeorológico	**Eje 4 – Estrategia 4.6**	Promueve infraestructura (incluida **infraestructura verde**) para **reducir riesgo de inundaciones**, mejorar **manejo de escurrimientos pluviales** y evitar arrastre de suelos.	El proyecto fue planteado bajo un enfoque de diseño sustentable orientado a **evitar aportes de sedimentos fuera del predio**, lo que se alinea con la lógica municipal de control de escurrimientos y reducción de arrastre/azolve en temporada de lluvias.
Gestión integral de residuos y limpieza urbana	**Eje 4 – Estrategia 4.5**	Fortalece la **gestión integral de residuos** (reducción, separación, reciclaje y disposición adecuada) y educación ambiental.	El DTU establece criterios operativos preventivos: **prohibición de quema** del material vegetal producto del desmonte y **aprovechamiento del material** (madera) en **obras de conservación de suelos**, disminuyendo emisiones por combustión y mejorando manejo del sitio.
Desarrollo económico e inversión (sector construcción/ inmobiliario)	**Eje 2 (Economía para el Bienestar) – Objetivo**	Impulsar competitividad, inversión y empleo, mejorando eficiencia administrativa y fortaleciendo actividad económica local.	La Cima representa inversión privada estimada de **$75,000,000 MXN**, con generación de **25 empleos directos + 15 indirectos**, y derrama por contratación de proveedores/servicios de obra, lo que abona a dinamismo económico local asociado al sector inmobiliario.
Promoción de inversión y crecimiento económico	**Eje 2 – Estrategia 2.1**	Promover desarrollo económico sustentable, atracción de inversión y fortalecimiento de sectores productivos.	El proyecto se estructura como activo inmobiliario con metas de comercialización (p. ej., **12,098.93 m²** estimados de venta y **$12,500/m²** como referencia), reforzando la cadena de valor de construcción, servicios y vivienda en Manzanillo.
Gobernanza, mejora regulatoria y cumplimiento	**Eje 5 (Gobierno Honesto y Transparente) – Objetivo / Estrategia 5.2**	Optimizar gobierno y fortalecer **mejora regulatoria**, modernizar y eficientar procesos y trámites.	La Cima se tramita mediante **procedimiento formal ambiental** (DTU para autorización en impacto ambiental y forestal ante SEMARNAT), lo que permite trazabilidad, verificación de condicionantes y alineación con la lógica municipal de gestión ordenada y controlable.

III.5.6 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS ESTATALES

III.5.6.1 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Colima

La Constitución Política del Estado de Colima Publicada en el Periódico Oficial "El Estado de Colima" el 27 de diciembre de 2017, con su última reforma el 29 de abril de 2023.

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.
Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con dicha Constitución y con los tratados internacionales de la materia, favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.

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 de Desarrollo Habitacional La Cima 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.5.6.2 Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima

La Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (LADS) tiene por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente, así como propiciar el desarrollo sustentable.
Capitulo V. Evaluación del Impacto Ambiental.

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.

El **artículo 45** señala que, para efecto del artículo anterior, las personas físicas o morales interesadas en la realización de las obras o actividades siguientes, requerirán previamente de la Secretaría autorización de impacto ambiental y, en su caso, de riesgo, entre las que señala:

> IX. Conjuntos habitacionales de más de 10 mil metros cuadrados de construcción y **obras nuevas en más de 5 mil metros cuadrados para uso distinto al habitacional,** relotificación de predios y ampliaciones de construcciones que en su conjunto rebasen los parámetros señalados;

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.

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.

Reglamento de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental

El presente Reglamento es de observancia general en todo el territorio del Estado, y reglamenta los artículos del 44 al 60, del 190 al 197 y del 201 al 209 de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima; en lo que se refiere a las materias de evaluación del impacto y riesgo ambiental.
Artículo 5 Actividades no consideradas por la Federación:

1. Quienes pretendan realizar algunas de las siguientes obras y actividades no consideradas por la Federación, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto y riesgo ambiental:

XI. Obras nuevas con uso distinto al habitacional, ampliaciones y modificaciones a proyectos presentados y relotificación de predios en más de 5 mil metros cuadrados;

El presente estudio se elaboró para someter a evaluación y solicitar la autorización en materia de impacto ambiental y en materia forestal a través de un Documento Técnico Unificado (DTU-B) a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Lo anterior, al ubicarse al proyecto en el precepto del artículo 28 de la LGEEPA, específicamente en la fracción VII. Así mismo, al ubicarse en el inciso O) del artículo 5º del Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA. Este estudio se presenta en formato DTU en concordancia con el Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal (D.O.F.: 22/12/2010).

A nivel estatal, se presentará la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente al desarrollo de la actividad (Urbanización) para su evaluación ante el Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.

Es importante señalar que, el proyecto en sus diferentes etapas tiene presente la Política Ambiental del Estado de Colima, en el sentido de propiciar el desarrollo sustentable. Cabe mencionar que, el proyecto observa lo establecido en Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, a través de los programas y acciones de mitigación y prevención que se tienen contemplados como el manejo integral

de residuos, actividades de restauración forestal, obras de conservación de agua y suelo, así como la protección a la fauna.

III.5.6.3 Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima

La Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima (LDFS), tiene 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.

En cumplimiento con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se presenta el DTU-B correspondiente, en virtud de que el proyecto contempla actividades de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. El proyecto prevé una serie de medidas de mitigación y compensación con el fin de reducir el impacto del proyecto y en particular, medidas necesarias para que no se afecte la biodiversidad, tal y como se señala en el capítulo de mitigación de los impactos ambientales. El CUSTF 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 los usos propuestos del suelo serán más productivos a largo plazo.

Es importante señalar que, el proyecto en sus diferentes etapas tiene presente los objetivos y los lineamientos de utilidad pública de la Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima, en el sentido de propiciar la protección y conservación de los ecosistemas.

III.5.6.4 Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima

La Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima 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.

Artículo 29.- Para los efectos de esta Ley, los residuos sólidos se clasifican en:

I. Residuos urbanos; y
II. Residuos de manejo especial considerados como no peligrosos y sean competencia del Estado.

Artículo 31.- Son residuos de manejo especial, siempre y cuando no estén considerados como peligrosos de conformidad con las disposiciones federales aplicables, y sean competencia del Estado, los siguientes:

V. Los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción civil en general.

En el presente estudio se describe el manejo que se le dará a los residuos, en concordancia con la Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima. Durante las actividades de Preparación del sitio, Construcción y Operación del proyecto se contempla generar los siguientes tipos de residuos:

- **Residuos de manejo especial: durante la Preparación del sitio y Construcción del desarrollo.**
- **Residuos sólidos urbanos: provenientes de las actividades básicas del personal que participará durante la Preparación del sitio, Construcción y Operación.**
- **Residuos peligrosos: dado que no se contempla realizar el mantenimiento de la maquinaria dentro del sitio del proyecto, no se prevé la generación de Residuos peligrosos. En caso de generarse de manera esporádica se observarán los artículos 41, 42 y 43 de la Ley General.**

En su momento, el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial correspondiente al proyecto se someterá a evaluación ante el Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.

Capítulo IV

Descripción del Sistema Ambiental y Señalamiento de la Problemática Ambiental Detectada en el Área de Influencia del Proyecto

CONTENIDO

IV . DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) 1
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) 10
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA 10
IV.2.1.1 Medio abiótico 12
IV.2.1.1.1 Clima 12
IV.2.1.1.1.1 Tipo de Clima 12
IV.2.1.1.1.1.1 Temperatura media, mínima y maxima 14
IV.2.1.1.1.1.2 Precipitación mensual y anual 16
IV.2.1.1.1.1.1 Período de sequía 17
IV.2.1.1.1.2 Fenómenos meteorológicos 19
IV.2.1.1.1.2.1 Sequía 19
IV.2.1.1.1.2.2 Granizo 20
IV.2.1.1.1.2.3 Tormentas eléctricas 21
IV.2.1.1.1.2.4 Ciclones tropicales 22
IV.2.1.1.1.2.5 Heladas 24
IV.2.1.1.2 Geomorfología 25
IV.2.1.1.2.1 Tipo de rocas 25
IV.2.1.1.2.2 Elevación del terreno 28
IV.2.1.1.2.3 Pendiente del terreno 30
IV.2.1.1.2.4 Orientación del terreno 33
IV.2.1.1.2.5 Topoformas 35
IV.2.1.1.2.6 fisiografía 37
IV.2.1.1.2.7 Fallas y fracturas 39
IV.2.1.1.2.8 Sismicidad 41
IV.2.1.1.2.9 Deslizamientos laderas y hundimientos 42
IV.2.1.1.2.10 Inundaciones 43
IV.2.1.1.3 Suelo 44
IV.2.1.1.3.1 Tipo de suelo 44
IV.2.1.1.3.2 Estado de conservación del suelo 49
IV.2.1.1.3.2.1 Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000" (SEMARNAT Y COLPOS) 49
IV.2.1.1.3.2.2 Erosión del suelo (INEGI, 2014) 52
IV.2.1.1.3.2.3 Grado de vulnerabilidad e Índice de Erodabilidad del Suelo en el Área del Proyecto 54
IV.2.1.1.4 Hidrología 57
IV.2.1.1.4.1 Hidrología superficial 57
IV.2.1.1.4.2 Hidrología subterránea 62
IV.2.1.1.4.2.1 Estimación de la infiltración 65
IV.2.1.1.5 Aire 71
IV.2.1.2 Medio biótico 72
IV.2.1.2.1 Vegetación 72
IV.2.1.2.1.1 Tipo de vegetación en el Sistema Ambiental (SA) 72
IV.2.1.2.1.2 Tipo de vegetación en el Área del Proyecto (AP) 73
IV.2.1.2.1.3 Estado de conservación de la vegetación 74
IV.2.1.2.1.3.1 Estado de conservación en el Sistema Ambiental (SA) 77
IV.2.1.2.1.3.2 Estado de conservación en el Área del Proyecto (AP) 79
IV.2.1.2.1.4 Caracterización de la vegetación 81
IV.2.1.2.1.4.1 Caracterización de la vegetación del Sistema Ambiental (SA) 86
IV.2.1.2.1.4.2 Caracterización de la vegetación del Área del Proyecto (AP) 89

IV.2.1.2.1.5 Análisis de la diversidad de la vegetación 92
IV.2.1.2.1.5.1 Abundancia e Índice de Valor de Importancia de la vegetación 92
IV.2.1.2.1.5.2 Cálculo y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la vegetación 105
IV.2.1.2.2 Fauna 116
IV.2.1.2.2.1 Especies potenciales de fauna 117
IV.2.1.2.2.1.1 Especies potenciales de anfibios 118
IV.2.1.2.2.1.2 Especies potenciales de aves 119
IV.2.1.2.2.1.3 Especies potenciales de mamíferos 127
IV.2.1.2.2.1.4 Especies potenciales de reptiles 129
IV.2.1.2.2.2 Caracterización de la fauna 131
IV.2.1.2.2.2.1 Diseño del muestreo 132
IV.2.1.2.2.2.2 Caracterización de la fauna del Sistema Ambiental (SA) 138
IV.2.1.2.2.2.3 Caracterización de la fauna del Área del Proyecto (AP) 145
IV.2.1.2.2.2.4 Evidencia fotográfica 151
IV.2.1.2.2.3 Análisis de la diversidad de la fauna 152
IV.2.1.2.2.3.1 Abundancia y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la fauna en el Sistema Ambiental (SA) 155
IV.2.1.2.2.3.2 Abundancia y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la fauna en el Área del Proyecto (AP) 160
IV.2.1.3 Medio socioeconómico 164
IV.2.1.3.1 Demografía 166
IV.2.1.3.1.1 Población 166
IV.2.1.3.1.2 Natalidad y mortandad 168
IV.2.1.3.1.3 Migración 169
IV.2.1.3.1.4 Educación 170
IV.2.1.3.1.5 Salud 173
IV.2.1.3.1.6 Economía 175
IV.2.1.3.1.7 Vivienda 178
IV.2.1.3.2 Factores socioculturales 181
IV.2.1.4 Paisaje 183
IV.2.1.4.1 Visibilidad del proyecto 183
IV.2.1.4.2 Fragilidad del paisaje 185
IV.2.1.4.3 Calidad del paisaje 192
IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO 205
IV.3.1 Almacenamiento y retención de agua 209
IV.3.2 Regulación química atmosférica (captura de carbono, generación de oxígeno, contaminantes y componentes naturales) 223
IV.3.3 Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales 233
IV.3.4 Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global 234
IV.3.5 Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección 235
IV.3.6 Retención del suelo dentro del ecosistema (protección y recuperación de suelos) 239
IV.3.7 Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas (paisaje y recreación) 261
IV.3.8 Obtención de productos de uso comercial de forma directa 263
IV.3.9 Conclusión 263
IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 264

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESTADOS Y MUNICIPIOS DE INFLUENCIA DE INFLUENCIA CON EL "PROYECTO DESARROLLO HABITACIONAL LA CIMA". 1
TABLA 2. CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DEL "PROYECTO DESARROLLO HABITACIONAL LA CIMA"....6
TABLA 3. TASA DE CAMBIO DE LOS USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA SA. 10
TABLA 4. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL SA (USV SERIE VII, INEGI). 12
TABLA 5. TABLA 3. ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA CON EL SA Y AP. 13
TABLA 6. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA. 14
TABLA 7. TEMPERATURA MÍNIMA Y MÁXIMA, MENSUAL Y ANUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA....15
TABLA 8. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL DE LAS ESTACIONES CLIMÁTICAS DE INFLUENCIA....16
TABLA 9. CLASES DE ROCAS EN EL SA.....26
TABLA 10. TIPOS DE ROCAS EN EL SA. 26
TABLA 11. RANGO DE ELEVACIONES PRESENTES EN EL SA. 29
TABLA 12. ELEVACIÓN DEL TERRENO DEL AP.....29
TABLA 13. CLASIFICACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DEL SA. 31
TABLA 14. PENDIENTE MÍNIMA, MÁXIMA Y MEDIA DEL SA.....31
TABLA 15. CLASIFICACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DEL AP. 32
TABLA 16. PENDIENTE MÍNIMA, MÁXIMA Y MEDIA DEL AP. 32
TABLA 17. ORIENTACIÓN DEL TERRENO DEL SA. 33
TABLA 18. ORIENTACIÓN DEL TERRENO DEL AP....34
TABLA 19. SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL SA.....36
TABLA 20. SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL AP....36
TABLA 21. SUELO DOMINANTE EN EL SA. 45
TABLA 22. UNIDADES EDAFOLÓGICAS EN EL SA. 47
TABLA 23. TIPOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO EXISTENTES EN EL SA. 50
TABLA 24. TIPOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO EXISTENTES EN EL AP.....50
TABLA 25. EROSIÓN PRESENTE EN EL SA (INEGI). 53
TABLA 26. TIPOS DE EROSIÓN EXISTENTES EN EL SA (INEGI). 53
TABLA 27. VALORES DEL FACTOR DE EROSIONABILIDAD HÍDRICA (K) EN FUNCIÓN DE LA UNIDAD DE SUELO Y SU TEXTURA SUPERFICIAL. 54
TABLA 28. VALORES DEL FACTOR K PARA LOS SUELOS DEL PREDIO.....56
TABLA 29. NIVEL DE ERODABILIDAD HÍDRICA DEL SUELO. 56
TABLA 30. CLASE DE TEXTURA POR TIPO DE SUELO EN EL ÁREA DE CUSTF.....56
TABLA 31. CLASE DE PROFUNDIDAD POR TIPO DE SUELO EN EL ÁREA DE CUSTF. 56
TABLA 32. CLASE DE PEDREGOSIDAD POR TIPO DE SUELO EN EL ÁREA DE CUSTF. 57
TABLA 33. ÍNDICE DE ERODABILIDAD DEL SUELO EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....57
TABLA 34. CLASIFICACIÓN HIDROLÓGICA DEL SA Y AP. 58
TABLA 35. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LA NOMBRE SUBCUENCA NOGALES (RH15AA). 59
TABLA 36. RED HIDROGRÁFICA EN EL SA.....60
TABLA 37. ACUÍFEROS PRESENTES EN EL SA.....62
TABLA 38. DESCRIPCIÓN DE LOS ACUÍFEROS (CONAGUA, 2025).....63
TABLA 39. DATOS DE DISPONIBILIDAD DE LOS ACUÍFEROS (CONAGUA, 2025). 64
TABLA 40. ESTIMACIÓN DEL AGUA PRECIPITADA POR TIPO DE VEGETACIÓN Y COBERTURA. 67
TABLA 41. ESTIMACIÓN DEL AGUA CAPTADA POR TIPO DE VEGETACIÓN Y COBERTURA. 67
TABLA 42. FACTOR DE INTERCEPCIÓN EN BOSQUE O SELVA.....67
TABLA 43. INTERCEPCIÓN DE LA VEGETACIÓN ESCENARIO ACTUAL. 67
TABLA 44. EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO.....68
TABLA 45. CARACTERÍSTICAS POR TIPO DE SUELO (TABLA 1 DE LA NOM-011-CNA-2015).....69
TABLA 46. VALORES DE K, EN FUNCIÓN DEL TIPO Y USO DE SUELO. 69

TABLA 47. FACTOR K DEL ÁREA DEL PROYECTO. 70
TABLA 48. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO. 70
TABLA 49. ESCURRIMIENTO EN EL ESCENARIO ACTUAL. 71
TABLA 50. SUPERFICIE DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO EN EL SA INEGI SERIE VII. 72
TABLA 51. RANGOS PARA CALIFICAR LOS CRITERIOS DE CADA INDICADOR. 74
TABLA 52. RANGOS Y CATEGORÍAS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN. 75
TABLA 53. VARIABLES E INDICADORES Y RANGOS DE LOS CRITERIOS PARA DETERMINAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN. 75
TABLA 54. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN PARA EL SA. 78
TABLA 55. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN PARA EL AP. 79
TABLA 56. DIMENSIONES DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL SA Y AP. 81
TABLA 57. COORDENADAS DEL CENTROIDE DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL AP. 84
TABLA 58. COORDENADAS DEL CENTROIDE DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL SA. 85
TABLA 59. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL SA. 86
TABLA 60. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL AP. 89
TABLA 61. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBÓREO PARA SBC EN EL SA. 93
TABLA 62. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA SBC EN EL SA. 95
TABLA 63. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA PARA SBC EN EL SA. 97
TABLA 64. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA SBC EN EL SA. 98
TABLA 65. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBÓREO PARA SBC EN EL AP. 100
TABLA 66. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA SBC EN EL AP. 101
TABLA 67. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA PARA SBC EN EL AP. 103
TABLA 68. ABUNDANCIA Y VALORES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA SBC EN EL AP. 104
TABLA 69. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA SBC EN EL SA. 108
TABLA 70. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA SBC EN EL SA. 109
TABLA 71. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA PARA SBC EN EL SA. 111
TABLA 72. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA SBC EN EL SA. 111
TABLA 73. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO PARA SBC EN EL AP. 113
TABLA 74. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA SBC EN EL AP. 114
TABLA 75. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA PARA SBC EN EL AP. 115
TABLA 76. VALORES E ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA SBC EN EL AP. 116
TABLA 77. REPRESENTATIVIDAD DE LOS PRINCIPALES EJEMPLARES TERRESTRES, CUYA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL CORRESPONDE AL AP Y SA. 117
TABLA 78. LISTA DE ANFIBIOS POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 118
TABLA 79. LISTA DE AVES POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 119
TABLA 80. LISTA DE MAMÍFEROS POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 127
TABLA 81. LISTA DE REPTILES POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 129
TABLA 82. COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL AP. 137
TABLA 83. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE CONTEO DE MUESTREO DE FAUNA EN EL AP. 137
TABLA 84. COORDENADAS DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL SA. 137
TABLA 85. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE CONTEO DE MUESTREO DE FAUNA EN EL SA. 138
TABLA 86. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL SA. 138
TABLA 87. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL AP. 145
TABLA 88. ABUNDANCIA Y BIODIVERSIDAD DE LAS AVES EN EL SA. 155
TABLA 89. ABUNDANCIA Y BIODIVERSIDAD DE LOS MAMÍFEROS EN EL SA. 157
TABLA 90. ABUNDANCIA Y BIODIVERSIDAD DE LOS REPTILES EN EL SA. 159
TABLA 91. ABUNDANCIA Y BIODIVERSIDAD DE LAS AVES EN EL AP. 160
TABLA 92. ABUNDANCIA Y BIODIVERSIDAD DE LOS MAMÍFEROS EN EL AP. 162
TABLA 93. ABUNDANCIA Y BIODIVERSIDAD DE LOS REPTILES EN EL AP. 163
TABLA 94. VALORES PORCENTUALES POR RANGO DE EDAD RELACIÓN HOMBRES-MUJERES. 168

TABLA 95. INDICADORES DE NATALIDAD Y MORTANDAD DE MANZANILLO. 169
TABLA 96. INDICADORES DE MIGRACIÓN DE MANZANILLO (INEGI). 170
TABLA 97. INDICADORES DE EDUCATIVOS DE LA POBLACIÓN DE MANZANILLO (INEGI). 171
TABLA 98. NÚMERO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS POR NIVEL EDUCATIVO DE MANZANILLO (SEP, 2020). 173
TABLA 99. INDICADORES DE SALUD DE MANZANILLO (INEGI). 173
TABLA 100. INDICADORES DE ECONOMÍA DE LA POBLACIÓN DE MANZANILLO (INEGI). 175
TABLA 101. UNIDADES ECONÓMICAS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA DE MANZANILLO (DENUE). 177
TABLA 102. INDICADORES DE LAS VIVIENDAS DE MANZANILLO (INEGI, 2020). 178
TABLA 103. CARACTERÍSTICAS DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE MANZANILLO (INEGI, 2020). 179
TABLA 104. BIENES Y SERVICIOS DE LAS VIVIENDAS DE MANZANILLO (INEGI, 2020). 181
TABLA 105. INDICADORES DE RELIGIÓN DE MANZANILLO (INEGI, 2020). 181
TABLA 106. INDICADORES DE ETNICIDAD DE MANZANILLO (INEGI, 2020). 182
TABLA 107. VALORES PONDERADOS PARA LA CAPA DE USV SERIE VII INEGI. 186
TABLA 108. VALORES PONDERADOS DEL RELIEVE EN GRADOS. 187
TABLA 109. DISTANCIA A LOS ESCURRIMIENTOS (CAUCES) Y VALORES PONDERADOS. 188
TABLA 110. DISTANCIA DE EFECTO BORDE AL INTERIOR DE LA VEGETACIÓN NATURAL. 189
TABLA 111. ESCALA DE FRAGILIDAD AMBIENTAL. 189
TABLA 112. NIVEL DE FRAGILIDAD AMBIENTAL EN EL SA Y AP. 190
TABLA 113. VALORACIÓN DEL DESNIVEL DEL TERRENO. 194
TABLA 114. VALORES PONDERADOS DEL RELIEVE EN GRADOS. 194
TABLA 115. VALORACIÓN DE LA NATURALIDAD DE LOS USV. 195
TABLA 116. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A VÍAS TERRESTRES DE COMUNICACIÓN. 196
TABLA 117. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A LOCALIDADES. 197
TABLA 118. VALORACIÓN DE LA DISTANCIA A SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE. 198
TABLA 119. DISTANCIA A LOS ESCURRIMIENTOS (CAUCES) Y VALORES PONDERADOS. 199
TABLA 120. DISTANCIA A LOS CUERPOS DE AGUA Y VALORES PONDERADOS. 200
TABLA 121. PESOS DE LA CALIDAD CALCULADOS MEDIANTE LA MATRIZ DE SAATY. 202
TABLA 122. PESOS DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA. 202
TABLA 123. ESCALA DE CALIDAD VISUAL. 203
TABLA 124. NIVEL DE CALIDAD DEL PAISAJE EN EL SA Y AP. 204
TABLA 125. GRADO DE AFECTACIÓN A LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL SA CONSECUENCIA DEL CUSTF. 205
TABLA 126. GRADO DE AFECTACIÓN A LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LA CUENCA A CONSECUENCIA DEL CUSTF. 207
TABLA 127. ACUÍFERO DEL ÁREA DE PROYECTO. 211
TABLA 128. ACUÍFERO DEL ÁREA DE PROYECTO. 211
TABLA 129. INTERCEPCIÓN DE LA VEGETACIÓN ESCENARIO CON PROYECTO DE CUSTF. 213
TABLA 130. ESCURRIMIENTO DEL ESCENARIO CON PROYECTO DE CUSTF 214
TABLA 131. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN EN EL ÁREA DE CUSTF EN DOS ESCENARIOS. 214
TABLA 132. ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN. 215
TABLA 133. DIMENSIONES DE LA ZANJA DE INFILTRACIÓN. 217
TABLA 134. TASA DE INFILTRACIÓN DE ACUERDO AL GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO. 217
TABLA 135. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE LA ZANJA. 218
TABLA 136. FACTOR K INTERPOLADA DEL SUELO TIPO B PARA LA COBERTURA DEL SUELO. 219
TABLA 137. FACTOR K CONSIDERADO UN SUELO TIPO B PARA LA COBERTURA DEL SUELO. 219
TABLA 138. INTERCEPCIÓN DE LA VEGETACIÓN ESCENARIO DE RESTAURACIÓN AÑO 1 AL 6. 220
TABLA 139. EVAPOTRANSPIRACIÓN ESCENARIO DE RESTAURACIÓN AÑO 1 AL 6. 220
TABLA 140. ESCURRIMIENTO EN EL ESCENARIO DE RESTAURACIÓN AÑO 1 AL 6. 221
TABLA 141. BALANCE HIDROLÓGICO DE LA REFORESTACIÓN AÑO 1 AL 6. 221
TABLA 142. COMPARATIVO DE LA INFILTRACIÓN ACTUAL Y CON PROYECTO POR AÑO. 222

TABLA 143. FACTORES QUE DETERMINAN LA POTENCIALIDAD DE LA CAPTURA DE CARBONO. 223
TABLA 144. CONTENIDO DE CARBONO REPORTADO PARA DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN EN MÉXICO 224
TABLA 145. USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SA. 225
TABLA 146. CONTENIDO DE CARBONO (TC/HA) PARA LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA. 228
TABLA 147. CONTENIDO DE CARBONO (TC/HA) POR HECTÁREA DESPUÉS DE LA DEFORESTACIÓN....229
TABLA 148. CONTENIDO DE CARBONO (TC/HA) POR HECTÁREA Y TOTA DEL CUSTF ESCENARIO E2. 229
TABLA 149. MEDIDA PARA RECUPERAR EL CARBONO EN EL ECOSISTEMA....229
TABLA 150. CONTENIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EN LOS TRES ESCENARIOS. 231
TABLA 151. COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD DE LOS DIFERENTES ESTRATOS EN EL SA Y EL ÁREA DE CUSTF EN LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA. ...235
TABLA 152. VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DEL ESTRATO ARBÓREO DEL AP Y SA....236
TABLA 153. COMPARATIVO DE RIQUEZA ESPECÍFICA POR GRUPO FAUNÍSTICO A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO 237
TABLA 154. COMPARATIVO DE ABUNDANCIA POR GRUPO FAUNÍSTICO A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO 237
TABLA 155. COMPARATIVO DE ÍNDICE DE SHANNON Y WEAVER POR GRUPO FAUNÍSTICO A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO 237
TABLA 156. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EROSIÓN DE ACUERDO CON LA TASA DE PÉRDIDA DE SUELO (FAO, 1980) 240
TABLA 157. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR R DE LA EUPS (RUSLE). 240
TABLA 158. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR K DE LA EUPS (RUSLE). 241
TABLA 159. VALORES DEL FACTOR K 242
TABLA 160. VALORES DEL FACTOR K EN EL SITIO DEL PROYECTO 243
TABLA 161. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE LOS FACTORES L Y S DE LA EUPS (RUSLE)....243
TABLA 162. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR C DE LA EUPS (RUSLE) 244
TABLA 163. VALORES DE C PARA BOSQUES Y SELVAS (TRAGSA, 1998) 244
TABLA 164. VALORES DE C EN LAS ÁREAS FORESTALES DEL PROYECTO....245
TABLA 165. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE Y METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN DEL FACTOR P DE LA EUPS (RUSLE) 245
TABLA 166. NIVEL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL ÁREA DE CUSTF ACTUALMENTE SIN PROYECTO. 246
TABLA 167. EROSIÓN HÍDRICA PROMEDIO DEL ÁREA DEL PROYECTO ACTUALMENTE SIN PROYECTO. 246
TABLA 168. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS (TRAGSA, 1998). 247
TABLA 169. CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EROSIÓN HÍDRICA EN EL ÁREA DEL PROYECTO TOTAL 248
TABLA 170. EROSIÓN HÍDRICA CON EL CUSTF EN EL ÁREA DEL PROYECTO. 249
TABLA 171. INCREMENTO DE LA EROSIÓN POR EL CUSTF. 249
TABLA 172. EROSIÓN POTENCIAL HÍDRICA EN DOS ESCENARIOS. 250
TABLA 173. ACTIVIDADES Y SUPERFICIES PARA LA MITIGACIÓN DE LA EROSIÓN. 251
TABLA 174. COORDENADAS UTM DEL PUNTO CENTRAL DE LAS FOSAS DE SEDIMENTACIÓN. 252
TABLA 175. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS. 255
TABLA 176. VALORES DEL FACTOR K EN EL SITIO DEL PREDIO DE COMPENSACIÓN. 255
TABLA 177. FACTOR C CONSIDERADO PARA EL ÁREA DE COMPENSACIÓN ADICIONAL. 255
TABLA 178. VALOR DEL FACTOR P PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS. 256
TABLA 179. PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA ECUACIÓN EUPS. 257
TABLA 180. EROSIÓN HÍDRICA PROMEDIO POR HECTÁREA POR POLÍGONO POR AÑO. 257
TABLA 181. EROSIÓN HÍDRICA TOTAL EN LAS ÁREAS DE REFORESTACIÓN. 258
TABLA 182. COMPARATIVO DE LA EROSIÓN HÍDRICA POR POLÍGONO CON LA RESTAURACIÓN. 258
TABLA 183. COMPARATIVO DE LA EROSIÓN POTENCIAL POR HA EN LOS TRES ESCENARIOS DEL SITIO DEL PROYECTO 258
TABLA 184. DISEÑO DE LAS BARRERAS DE MATERIAL MUERTO. 259
TABLA 185. COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA POTENCIAL VS CAPACIDAD DE LAS BARRERAS DE MATERIAL MUERTO. 259
TABLA 186. CARACTERÍSTICAS DE LAS TERRAZAS INDIVIDUALES. 259
TABLA 187. EFICIENCIA DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA PARA LA EROSIÓN. 260
TABLA 188. CONDICIONES TURÍSTICAS Y DE PLAYA DE LA ZONA DE INFLUENCIA AL PROYECTO. 261
TABLA 189. IMPACTO SOCIAL EN LA ZONA DEL PROYECTO E INFLUENCIA 263

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Criterio - límites políticos estatales y municipales en relación con el proyecto. 2
Figura 2. Criterio - topografía y relieve en relación con el proyecto. 3
Figura 3. Criterio - uso del suelo. 4
Figura 4. Criterio - vías de comunicación y localidades urbanas. 5
Figura 5. Criterio - hidrografía. 6
Figura 6. Criterio – Límite de costa. 7
Figura 7. Esquema de integración de las variables y criterios utilizados. 8
Figura 8. EMC y delimitación del SA. 9
Figura 9. Sistema Ambiental delimitado para el "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima" 10
Figura 10. Tasa de cambio en las agrupaciones de USV del SA (INEGI, serie III y serie VII). 11
Figura 11. Mapa del tipo de clima presente en el SA y AP. 13
Figura 12. Mapa del tipo de clima presente en el SA y AP. 14
Figura 13. Temperatura media mensual de las estaciones climáticas de influencia. 15
Figura 14. Precipitación mensual de las estaciones climáticas de influencia. 16
Figura 15. Diagrama ombrotérmico de las estación Manzanillo (OBS) (6018). 18
Figura 16. Diagrama ombrotérmico de las estación Punta de agua (SGE) (6069). 18
Figura 17. Diagrama ombrotérmico de las estación Chandiablo (6063). 19
Figura 18. Grado de riesgo por sequía en el SA y AP. 20
Figura 19. Grado de riesgo por granizo en el SA y AP. 21
Figura 20. Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SA y AP. 22
Figura 21. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA y AP. 23
Figura 22. Trayectoria de ciclones tropicales en el SA y AP. 24
Figura 23. Número de días con heladas en el SA y AP. 25
Figura 24. Tipo de rocas en el SA. 27
Figura 25. Tipo de rocas en el AP. 28
Figura 26. Rango de elevación del terreno (msnm) del SA. 29
Figura 27. Rango de elevación del terreno (msnm) del AP. 30
Figura 28. Mapa de pendientes del terreno del SA. 31
Figura 29. Mapa de pendientes del terreno del AP. 32
Figura 30. Mapa de orientación del terreno del SA. 34
Figura 31. Mapa de orientación del terreno del AP. 35
Figura 32. Sistema de topoformas en el SA. 36
Figura 33. Sistema de topoformas en el AP. 37
Figura 34. Provincia y subprovincia fisiográfica en el SA y AP. 38
Figura 35. Entidades geológico-estructural en el SA. 40
Figura 36. Entidades geológico-estructural en el AP. 41
Figura 37. Regionalización sísmica nacional CFE en relación con el SA y AP. 42
Figura 38. Regiones potenciales del deslizamiento de laderas y hundimientos en relación con el SA y AP. 43
Figura 39. Vulnerabilidad por inundación en el SA y AP. 44
Figura 40. Tipo de suelo en el SA. 48
Figura 41. Tipo de suelo en el AP. 49
Figura 42. Tipo de degradación del suelo en el SA y AP. 51
Figura 43. Tipo de erosión del suelo en el SA y AP (INEGI). 53
Figura 44. Niveles de erodabilidad. 55
Figura 45. Clasificación hidrológica del Sa y AP. 58
Figura 46. Red hidrográfica en el SA. 61

FIGURA 47. RED HIDROGRÁFICA EN EL AP. 62
FIGURA 48. ACUÍFEROS DE INFLUENCIA CON EL SA Y AP. 64
FIGURA 49. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL SA (INEGI, SERIE VII). 73
FIGURA 50. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL AP (FOTOINTERPRETACIÓN, ELABORACIÓN PROPIA). 74
FIGURA 51. EVALUACIÓN POR VARIABLES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SA. 79
FIGURA 52. EVALUACIÓN POR VARIABLES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL AP. 80
FIGURA 53. FORMA Y TAMAÑO DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA. 82
FIGURA 54. ACTIVIDADES DE MUESTREO DE FLORA IN-SITU. 84
FIGURA 55. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL AP. 85
FIGURA 56. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL SA. 86
FIGURA 57. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FLORA NATIVAS, ENDÉMICAS Y EXÓTICAS PARA EL SA. 88
FIGURA 58. NÚMERO DE ESPECIES DE FLORA POR ESTRATOS EN CATEGORÍAS DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL SA. 89
FIGURA 59. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FLORA NATIVAS, ENDÉMICAS Y EXÓTICAS PARA EL AP. 91
FIGURA 60. NÚMERO DE ESPECIES DE FLORA POR ESTRATOS EN CATEGORÍAS DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL AP. 91
FIGURA 61. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO ARBÓREO PARA SBC EN EL SA. 95
FIGURA 62. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA SBC EN EL SA. 96
FIGURA 63. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA PARA SBC EN EL SA. 98
FIGURA 64. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA SBC EN EL SA. 99
FIGURA 65. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO ARBÓREO PARA SBC EN EL AP. 101
FIGURA 66. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO ARBUSTIVO PARA SBC EN EL AP. 102
FIGURA 67. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA PARA SBC EN EL AP. 104
FIGURA 68. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL ESTRATO HERBÁCEO PARA SBC EN EL AP. 105
FIGURA 69. UBICACIÓN DEL PUNTO DE CONTEO DE AVES DENTRO DEL TRANSECTO. 133
FIGURA 70. TRANSECTO DE MUESTREO DE REPTILES Y ANFIBIOS. 134
FIGURA 71. TRANSECTO DE MUESTREO DE MAMÍFEROS. 134
FIGURA 72. ACTIVIDADES DE MUESTREO DE FAUNA IN-SITU. 136
FIGURA 73. PLANO DE UBICACIÓN GEOREFERENCIADA DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL AP. 137
FIGURA 74. PLANO DE UBICACIÓN GEOREFERENCIADA DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO DE FAUNA EN EL SA. 138
FIGURA 75. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA NATIVAS, ENDÉMICAS Y EXÓTICAS PARA EL SA. 141
FIGURA 76. NÚMERO DE ESPECIES POR CLASE FAUNÍSTICA EN CATEGORÍAS DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL SA. 141
FIGURA 77. ACTIVIDAD CINEGÉTICA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL SA. 142
FIGURA 78. ACTIVIDAD CINEGÉTICA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL SA. 143
FIGURA 79. ESTACIONALIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL SA. 144
FIGURA 80. SOCIABILIDAD E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL SA. 144
FIGURA 81. DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y DESPLAZAMIENTO DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL SA. 145
FIGURA 82. DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE FAUNA NATIVAS, ENDÉMICAS Y EXÓTICAS PARA EL AP. 147
FIGURA 83. NÚMERO DE ESPECIES POR CLASE FAUNÍSTICA EN CATEGORÍAS DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-059-SEMARNAT-2010 EN EL AP. 147
FIGURA 84. ACTIVIDAD CINEGÉTICA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL AP. 148
FIGURA 85. ACTIVIDAD CINEGÉTICA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL AP. 149
FIGURA 86. ESTACIONALIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL AP. 150
FIGURA 87. SOCIABILIDAD E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL AP. 150
FIGURA 88. DISTRIBUCIÓN VERTICAL Y DESPLAZAMIENTO DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN EL AP. 151
FIGURA 89. EVIDENCIA DE ESPECIES REGISTRADAS DURANTE EL MUESTREO DE FAUNA IN-SITU. 152
FIGURA 90. UBICACIÓN POLÍTICA DEL "PROYECTO DESARROLLO HABITACIONAL LA CIMA". 165

FIGURA 91. POBLACIÓN - COMPOSICIÓN POR EDAD Y SEXO....167
FIGURA 92. PIRÁMIDE POBLACIONAL....167
FIGURA 93. POBLACIÓN CON LUGAR DE RESIDENCIA EN MARZO DE 2015 DISTINTO AL ACTUAL (DE 5 AÑOS Y MÁS) EN MANZANILLO (INEGI). ...170
FIGURA 94. POBLACIÓN SEGÚN NIVEL DE ESCOLARIDAD EN MANZANILLO (INEGI, 2020). 172
FIGURA 95. POBLACIÓN AFILIADA A SERVICIOS DE SALUD EN MANZANILLO (INEGI, 2020)....174
FIGURA 96. GRÁFICO DE POBLACIÓN CON ALGUNA DISCAPACIDAD DEL MUNICIPIO MANZANILLO (INEGI, 2020)....175
FIGURA 97. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN MANZANILLO (INEGI, 2020)....176
FIGURA 98. UNIDADES ECONÓMICAS POR ACTIVIDAD ECONÓMICA DE MANZANILLO (DENUE). 178
FIGURA 99. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO DE LAS VIVIENDAS DE MANZANILLO (INEGI, 2020). 180
FIGURA 100. DIAGRAMA VALORACIÓN DE LA AFECTACIÓN DEL PROYECTO AL PAISAJE. 183
FIGURA 101. VISIBILIDAD DEL PROYECTO. 185
FIGURA 102. MAPA DE PONDERACIÓN DEL USV (INEGI, SERIE VII). 186
FIGURA 103. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO (INEGI, MDE 15 METROS). 187
FIGURA 104. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA DISTANCIAS A LOS CAUCES....188
FIGURA 105. MAPA DE PONDERACIÓN DEL BORDE INTERIOR DE LA VEGETACIÓN NATURAL. 189
FIGURA 106. NIVEL DE FRAGILIDAD VISUAL EN EL SA. 191
FIGURA 107. VALORACIÓN DE CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE PARA NUESTRO CASO, BASADO EN MONTOYA AYALA (2003). 193
FIGURA 108. MAPA DE PONDERACIÓN DEL DESNIVEL. 194
FIGURA 109. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO PARA LA CALIDAD VISUAL (INEGI, MDE 15 METROS). 195
FIGURA 110. MAPA DE PONDERACIÓN DE LA NATURALIDAD DEL USV....196
FIGURA 111. MAPA DE PONDERACIÓN DE CARRETERAS....197
FIGURA 112. MAPA DE PONDERACIÓN DE NÚCLEOS URBANOS. 198
FIGURA 113. MAPA DE PONDERACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD TERRESTRE. 199
FIGURA 114. MAPA DE PONDERACIÓN DE CAUCES. 200
FIGURA 115. MAPA DE PONDERACIÓN DE CUERPOS DE AGUA. 201
FIGURA 116. ESCALA DE MEDIDAS PARA CUANTIFICAR LAS COMPARACIONES ENTRE FACTORES....202
FIGURA 117. MAPA DE CALIDAD DEL PAISAJE EN EL SA. 204
FIGURA 118. CORTE TRANSVERSAL DE UN ACUÍFERO. 210
FIGURA 119. DISEÑO DE ZANJA DE INFILTRACIÓN....216
FIGURA 120. UBICACIÓN DE LA ZANJA DE INFILTRACIÓN. 216
FIGURA 121. DIMENSIONES DE LA ZANJA DE INFILTRACIÓN. 217
FIGURA 122. DENSIDADES DE CARBONO POR TIPO DE VEGETACIÓN, ELABORADO POR MASERA (1995)....224
FIGURA 123. PARÁMETROS INICIALES DEL PROYECTO EN EX – ACT. 227
FIGURA 124. CÁLCULO DE EMISIONES DE TCO2-E DEBIDO AL CUSTF....228
FIGURA 125. BALANCE DEL CARBONO EN EL ECOSISTEMA 230
FIGURA 126. MODELO DE REFORESTACIÓN Y LA CAPTURA DE CARBONO POR LA REFORESTACIÓN....231
FIGURA 127. CONTENIDO DE TCO2 EQ EN LOS TRES ESCENARIOS. 232
FIGURA 128. EJEMPLIFICACIÓN DEL PROCESO REALIZADO EN EL SIG. 246
FIGURA 129. NIVELES DE EROSIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO. 247
FIGURA 130. INCREMENTO DE LA EROSIÓN A CAUSA DEL CUSTF. 249
FIGURA 131. EROSIÓN HÍDRICA DEL CUSTF EN EL SITIO DEL PROYECTO....250
FIGURA 132. PERFIL DE LAS FOSAS....251
FIGURA 133. FOSAS DE SEDIMENTACIÓN DURANTE LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO....252
FIGURA 134. FUNCIONAMIENTO DE LOS REDUCTORES Y FOSA DE SEDIMENTACIÓN. 253
FIGURA 135. PROCESO GENERAL DE LOS ESCENARIOS DE RESTAURACIÓN....254

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

El **Sistema Ambiental (SA)** se define como la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de la evaluación de impacto ambiental, donde sus límites enmarcan el área en donde los procesos biológicos y físicos tienen una continuidad y con los cuales el proyecto interactuará en espacio y tiempo (SEMARNAT, 2019[1]; INECC, 2018[2]). Los componentes que comúnmente se toman en consideración para la delimitación de esta superficie son:

- Biológicos
- Físicos
- Económicos y sociales

Para la delimitación del Sistema Ambiental de este proyecto se emplearon criterios de Límites políticos estatales y municipales, Hidrografía, Topografía y relieve, Uso del suelo y Vegetación, Vías de comunicación y localidades urbanas. A continuación se presenta la metodología para la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto.

Criterio - Límites políticos estatales y municipales

Para el caso específico del "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, se localiza en su totalidad dentro del estado de Colima (06), exclusivamente en el municipio de Manzanillo (007), lo que le confiere una posición estratégica dentro de la región del pacífico mexicano (INEGI, 2022[3]; SEGOB, 2020[4]), de acuerdo con la cartografía oficial y la división político-administrativa vigente (INEGI, 2022[5]; INEGI, 2020[6]). Esta ubicación ha sido verificada conforme a los límites municipales y estatales establecidos en los conjuntos de datos topográficos y administrativos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Tabla 1. Estados y municipios de influencia de influencia con el "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima".

Clave Estado	Nombre del Estado	Clave Municipio	Nombre del Municipio
06	Colima	007	Manzanillo

[1] SEMARNAT. (2019). Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018). Lineamientos metodológicos para la identificación y evaluación de impactos ambientales.
[3] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. Límites estatales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[4] Secretaría de Gobernación (SEGOB). (2020). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades (CUCAEG). Dirección General de Gobierno.
[5] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. Límites municipales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[6] INEGI. (2020). Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica. Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

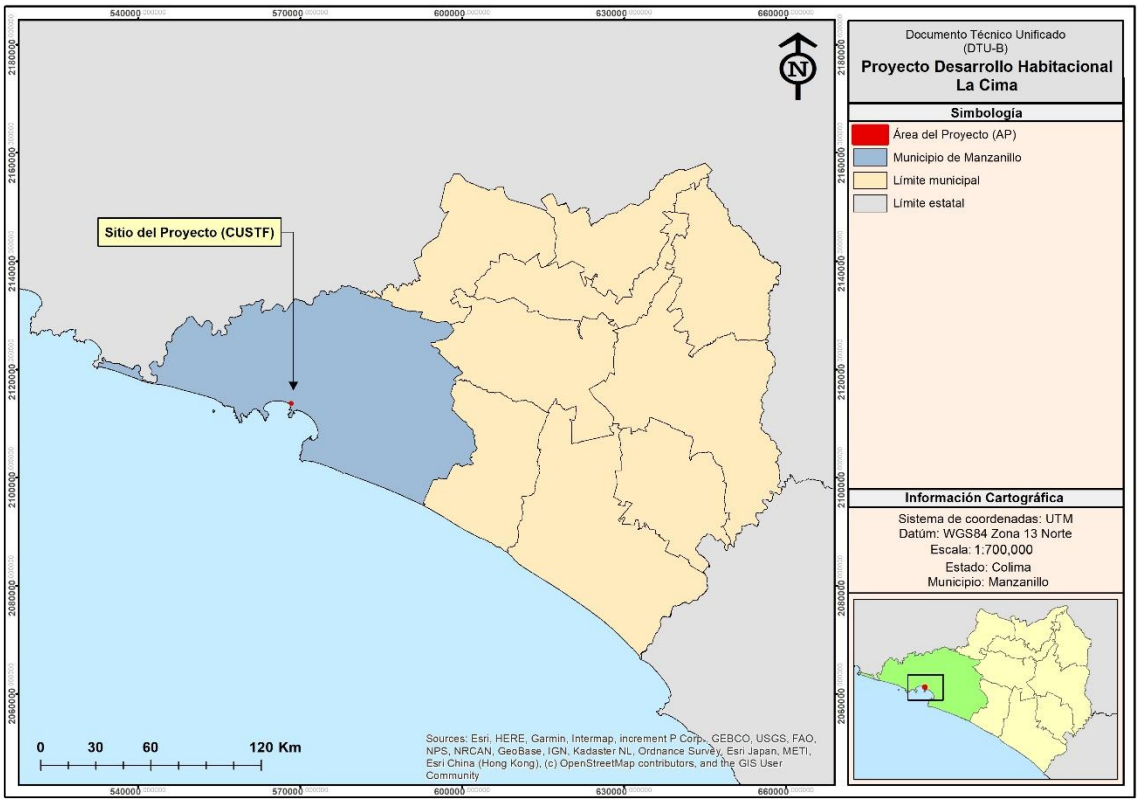


Figura 1. Criterio - límites políticos estatales y municipales en relación con el proyecto.

Criterio - Topografía y relieve

El criterio de **topografía y relieve** se integra a la delimitación del sistema ambiental con el propósito de identificar las características físicas del terreno que influyen directamente en los procesos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos del área de estudio. La configuración del relieve determina patrones de escurrimiento, zonas de acumulación y dispersión de sedimentos, así como la accesibilidad y la distribución espacial de los componentes bióticos (Conesa, 2010[7]; SEMARNAT & INECC, 2015[8]).

Para la delimitación del sistema ambiental se consideran las variaciones altimétricas, la pendiente del terreno y la presencia de unidades geomorfológicas relevantes, tales como lomeríos, mesetas, planicies, y depresiones locales, etc. Estas formas del relieve permiten establecer límites naturales que favorecen la correcta interpretación del funcionamiento ambiental. Asimismo, la topografía actúa como un factor determinante en la conectividad ecológica, al definir corredores naturales y barreras físicas para la fauna y la vegetación. De igual manera, influye en la susceptibilidad del área ante procesos de erosión, escurrimientos superficiales y eventos hidrometeorológicos.

Por lo tanto, el análisis integral del relieve y la topografía constituye un elemento fundamental para la delimitación del Sistema Ambiental, ya que permite establecer una zonificación espacial coherente con la dinámica natural del entorno y facilita la identificación de áreas sensibles, zonas de influencia y posibles impactos relacionados con el proyecto. En este contexto, el territorio del Área del Proyecto se caracteriza principalmente

[7] Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Metodología para la evaluación de impacto ambiental (4.ª ed.). Mundi-Prensa.
[8] SEMARNAT & INECC. (2015). Lineamientos metodológicos para el ordenamiento ecológico del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

por la presencia de dos unidades geomorfológicas relevantes: **sierra alta compleja y llanura costera con lagunas costeras**, las cuales ejercen un papel determinante en la configuración del paisaje y en los procesos ambientales asociados.

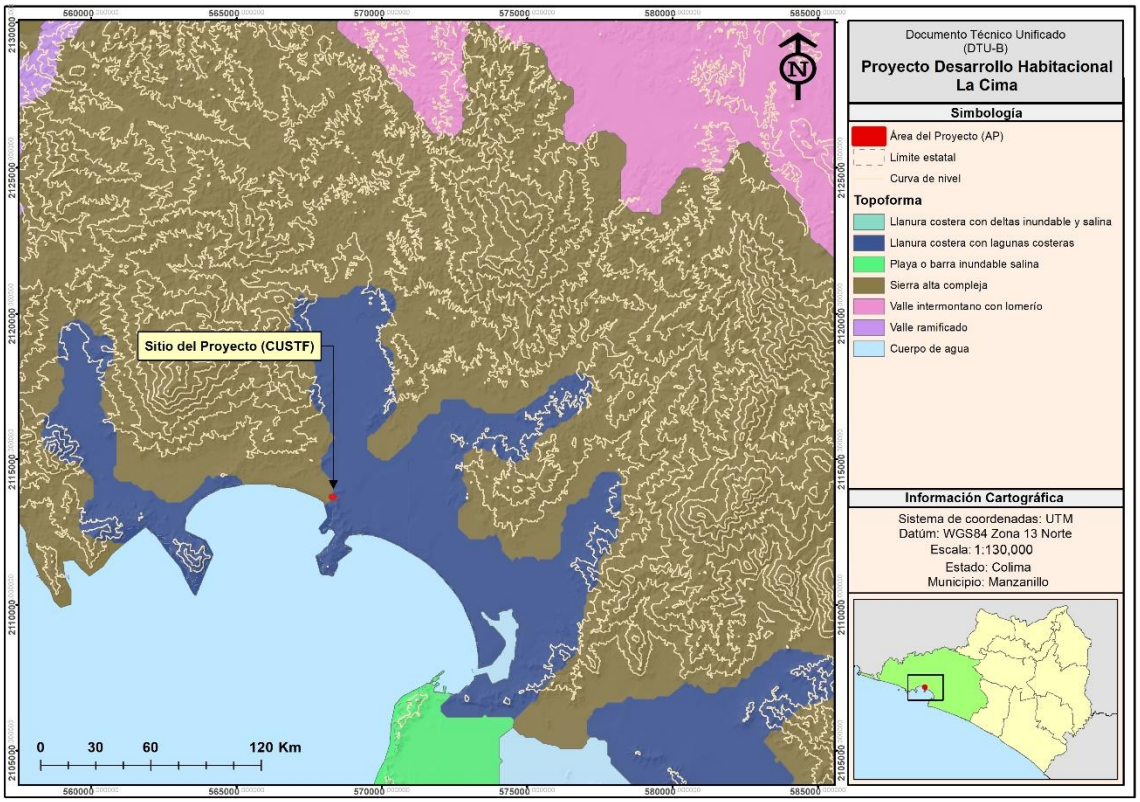


Figura 2. Criterio - topografía y relieve en relación con el proyecto.

Criterio - Uso del suelo

El uso del suelo constituye un elemento fundamental para la delimitación del Sistema Ambiental (SA), debido a que refleja las actividades humanas, la estructura del territorio y los patrones de ocupación que influyen en la dinámica ecológica y socioambiental del área. Para este proyecto, el primer paso en la integración de este criterio consistió en identificar los distintos tipos de Uso del Suelo presentes dentro de la zona de influencia del proyecto, con el fin de incorporarlos adecuadamente al SA y garantizar una representación completa de las condiciones territoriales (INEGI, 2023[9]; SEMARNAT & INECC, 2015[10]).

A partir de esta identificación inicial, se procedió a agrupar y correlacionar los distintos usos del suelo detectados en la zona del proyecto con aquellos presentes a escala regional, permitiendo así ampliar su caracterización y enriquecer la comprensión de la dinámica territorial que converge sobre el área de estudio. Esta integración facilita reconocer no solo el uso actual del territorio, sino también su relación con los procesos ecológicos y las actividades productivas predominantes.

[9] INEGI. (2023). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Serie VII. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[10] SEMARNAT & INECC. (2015). Lineamientos metodológicos para el ordenamiento ecológico del territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

De manera específica, y conforme a la Capa de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII, a escala 1:250,000, se ubicó el sitio del proyecto, en relación con los posibles límites del SA, en términos generales el AP comprende un uso agrícola de la superficie con una urbanización circundante, como se presenta a continuación:

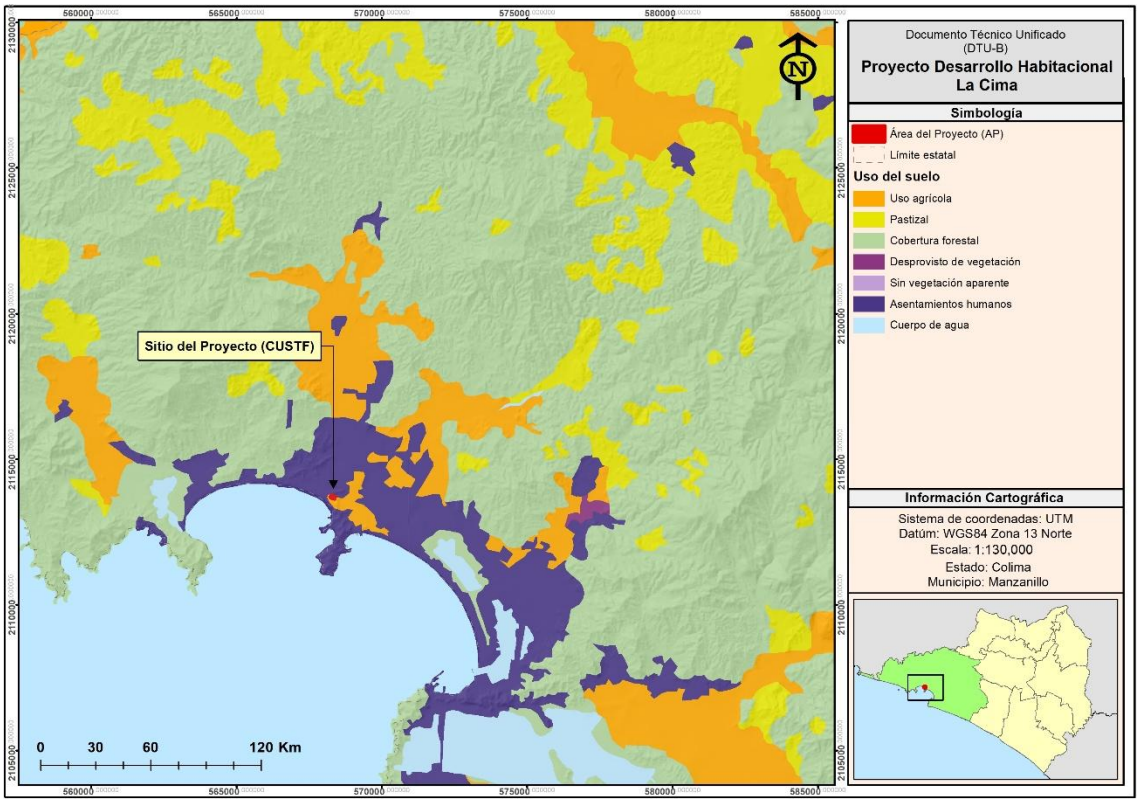


Figura 3. Criterio - uso del suelo.

Criterio - Vías de comunicación y localidades urbanas

Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA), se consideraron los elementos antrópicos presentes en las proximidades del sitio del proyecto, destacando particularmente las carreteras pavimentadas y las localidades urbanas que pueden proporcionar bienes, servicios e infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto (Conesa, 2010)[11].

Se integra una red de vías de comunicación conformada principalmente por carreteras pavimentadas. Si bien estas pueden funcionar como límites físicos dentro de una unidad cartografiable, para este caso se optó por incorporar una red más amplia, capaz de sostener el traslado de materiales, equipo y personal, de acuerdo con los requerimientos logísticos y operativos del proyecto. Debido a la longitud y extensión territorial del trazado, esta red abarca diversas localidades, las cuales fueron consideradas para establecer los límites y características del SA.

Entre las localidades identificadas, la más relevante es Manzanillo, debido a su dimensión urbana, población, infraestructura y disponibilidad de servicios, lo que lo convierte en el principal centro proveedor de insumos y soporte logístico.

[11] Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Metodología para la evaluación de impacto ambiental (4.ª ed.). Mundi-Prensa.

En la figura siguiente se muestra la red de comunicaciones terrestres utilizada para la delimitación del SA, así como las localidades que se identificaron como potencialmente aptas para satisfacer la demanda de insumos, servicios y personal requerida durante la ejecución del proyecto.

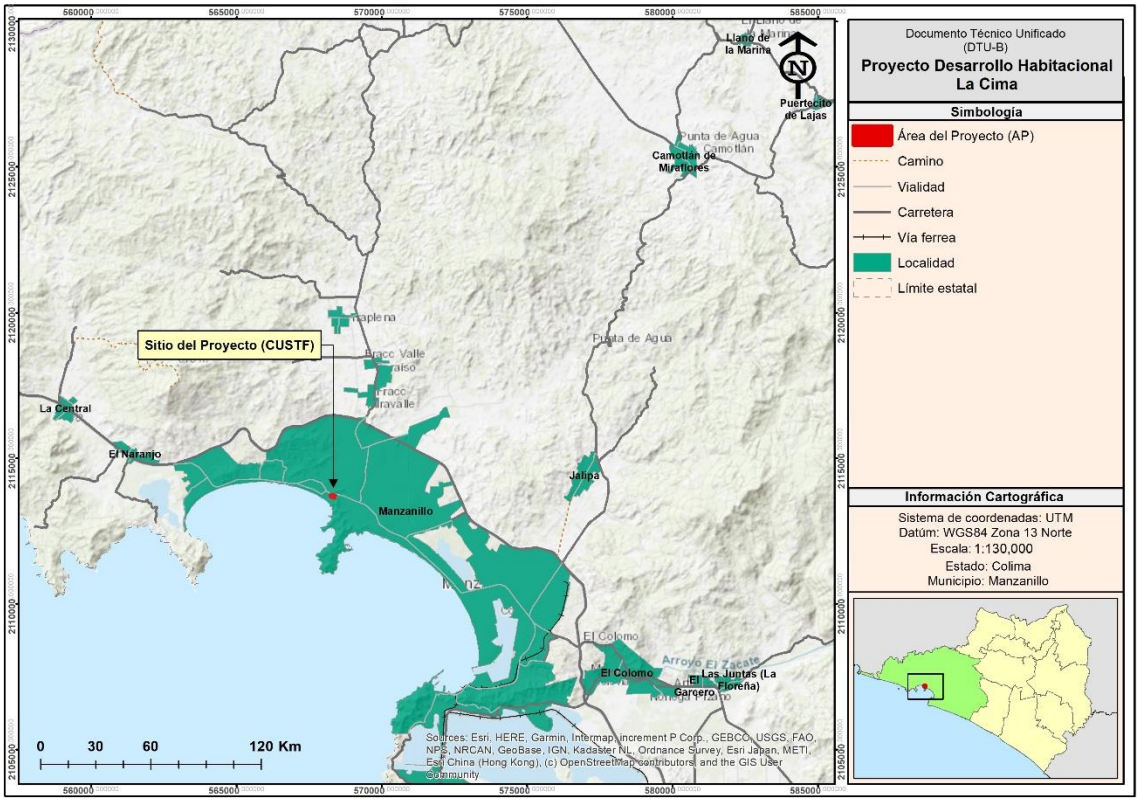


Figura 4. Criterio - vías de comunicación y localidades urbanas.

Criterio - Hidrografía

Se consideraron criterios **hidrográficos**, ya que se comprenden aspectos integradores. Se trata de factores en donde ocurren fases del ciclo hidrológico, así como, la coexistencia de interrelaciones complejas entre los recursos que le dan a la unidad geográfica y ambiental características específicas, por lo tanto, el enfoque de la gestión requiere un manejo integral incorporando elementos ligados a la hidrología, aire, suelo y otros factores abióticos, así como bióticos siendo estos la flora y fauna (CONAGUA, 2016[12]).

Se estableció el criterio de Sistema Ambiental, considerando la hidrografía de influencia del proyecto, estableciendo los niveles de Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca, siendo esta el nivel más básico para el proyecto de estudio como la unidad de análisis, el cual, al tener límites territoriales mediante el parteaguas, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

Las microcuencas son el ámbito lógico para evaluar y en su caso planificar el uso y manejo de los recursos naturales, en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es

[12] CONAGUA. (2016). Estadísticas del Agua en México 2016. Comisión Nacional del Agua

en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). Ningún otro ámbito que pudiera ser considerado (límites municipales, límites prediales o ejidales, parcelas, etc.) guarda esta relación de forma tan estrecha y tangible (CONAGUA, 2018[13]; INEGI, 2022[14]).

Se identificó en primera instancia la ubicación hidrológica del proyecto, el cual se sitúa en la Región Hidrológica Costa de Jalisco (RH15), específicamente en la cuenca R. Chacala-Purificación (RH15A) y en la subcuenca L. de Cuyutlán (RH15Aa) (INEGI, 2022)[15], como se muestra a continuación:

Tabla 2. Clasificación hidrológica del "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima".

Región hidrológica	Cuenca hidrológica	Subcuenca hidrológica
Costa de Jalisco (RH15)	R. Chacala-Purificación (RH15A)	L. de Cuyutlán (RH15Aa)

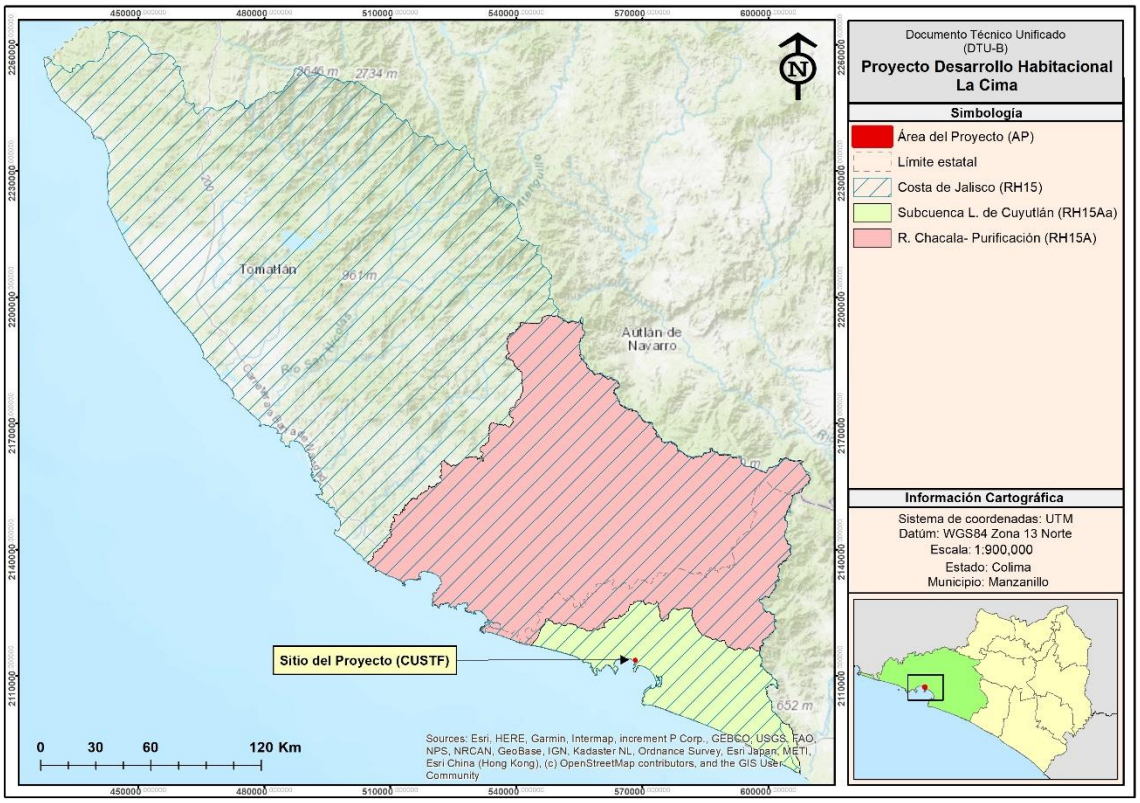


Figura 5. Criterio - hidrografía.

Criterio – Límite de costa

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) consideró como uno de sus criterios principales los **límites de costa**, entendidos como la franja de transición dinámica entre los ambientes marinos y terrestres. Este criterio permite definir el ámbito espacial donde interactúan los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos más relevantes para el funcionamiento ecológico costero.

[13] CONAGUA. (2018). Atlas del Agua en México 2018. Comisión Nacional del Agua.
[14] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico. Regiones Hidrológicas y Cuencas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía
[15] INEGI. (2022). Marco Geoestadístico Nacional 2022. División Hidrológica (Regiones, Cuencas y Subcuencas). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

S adoptó el criterio de incorporar una franja de **50 metros mar adentro** a partir de la línea de costa oficial, con el fin de representar la zona inmediata de influencia marina donde se expresan procesos esenciales como oleaje, corrientes litorales y variaciones de marea. Esta porción marítima, sumada a la Zona Federal Marítimo Terrestre y al sistema playa–duna tierra adentro, permite integrar de manera adecuada la conectividad hidrodinámica y ecológica del litoral, asegurando que el SA refleje tanto la dinámica terrestre como los procesos costeros que pueden influir en la estabilidad y el funcionamiento ambiental del área de estudio.

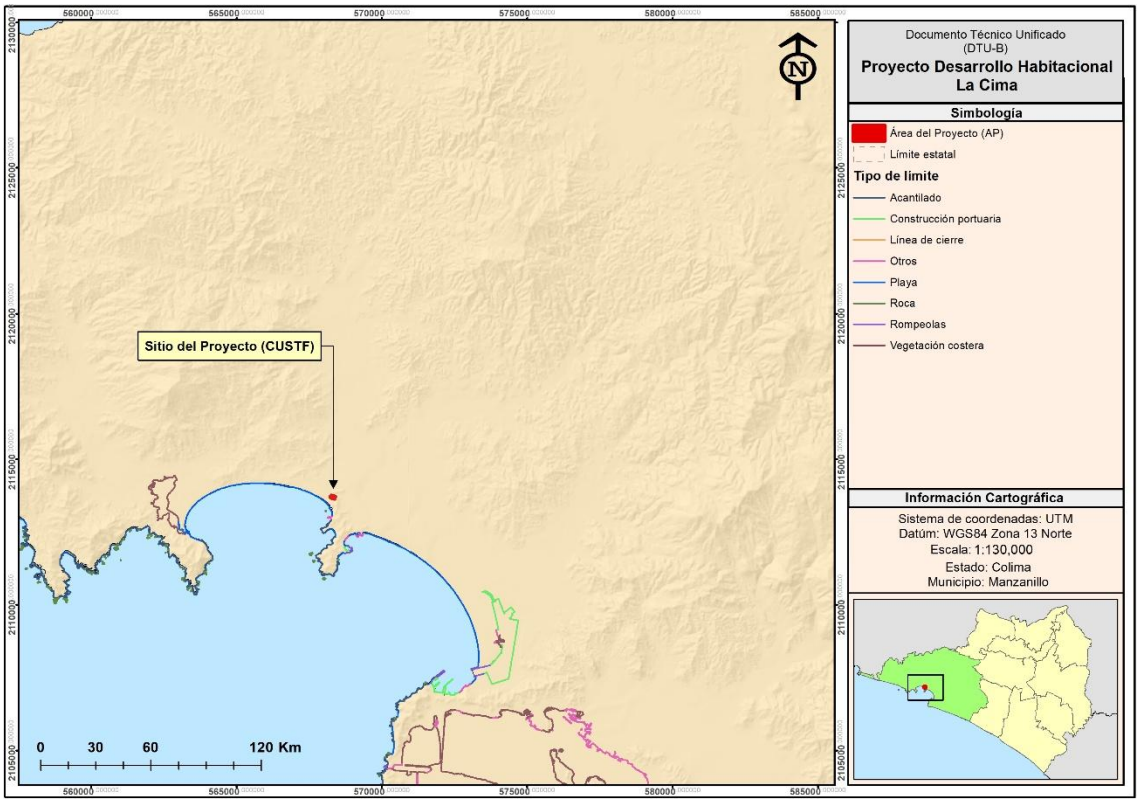


Figura 6. Criterio – Límite de costa.

Delimitación del Sistema Ambiental

Si bien, el término "**Sistema Ambiental**", no se define en la LGEEPA, ni su Reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental, para nuestro caso se entiende como la unidad geográfica inventariable y cartografiable de los ecosistemas, que sirve de marco de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, en donde, con base a su valoración y caracterización de ese espacio hace que la interacción del proyecto con el ambiente, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos sobre el ecosistema, lo cual, solo es posible si existe previamente una valoración de las características de ese espacio geográfico y de su delimitación, utilitaria, pero precisa (SEMARNAT, 2010[16]; SEMARNAT, 2014[17]).

[16] SEMARNAT (2010). Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
[17] SEMARNAT (2014). Lineamientos para la Elaboración de los Estudios Técnicos Justificativos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La definición del SA consistió en delimitar espacios geográficos relativamente homogéneos en función del medio físico, biológico y socioeconómico, de tal manera que se pueda establecer una adecuada valoración del proyecto y el SA. La clasificación ecológica del territorio es el proceso de delinear y clasificar áreas ecológicamente distintivas de la superficie de la tierra, cada porción del territorio puede ser vista como un sistema, resultado de la interacción de factores previamente descritos.

Para el proceso de la obtención de las del SA se utilizó la Evaluación Multicriterio (EMC) Los análisis multicriterio y los modelos de decisión multiobjetivo ofrecen la oportunidad de obtener un análisis equilibrado de todas las facetas de los problemas de PLANIFICACIÓN AMBIENTAL, particularmente debido a que varios efectos intangibles, como los sociales y las repercusiones ambientales pueden ser considerados cabalmente (Nijkamp y Van Delft, 1977)[18].

Análisis espacial es el procesamiento de datos espaciales generando nueva información acerca del mundo y que sirve para el apoyo a la toma de decisiones. Tanto si la información geográfica se encuentra dentro de un SIG como si no, las distintas herramientas de análisis espacial permiten estudiar los datos geográficos con el fin de obtener respuestas a cuestiones muy variadas.

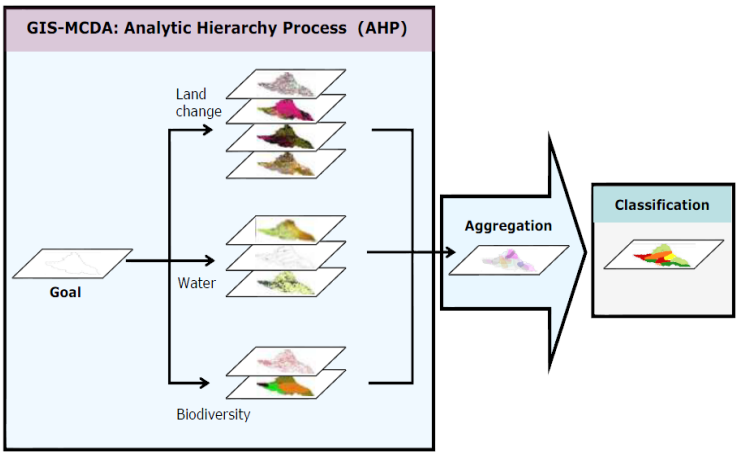


Figura 7. Esquema de integración de las variables y criterios utilizados.

La organización del sistema tiene una autonomía en sus procesos de regulación y ajuste que hace posible conservar su integridad estructural a lo largo de un periodo prolongado de tiempo, esta biostasia representa la capacidad del sistema para reaccionar ante agresiones externas restituyendo su equilibrio estructural. Lo anterior representa una visión ecológica del concepto.

Si bien, se reconoce que hay acepciones que establecen que los ecosistemas, carecen de límites definidos y que, por lo tanto, conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde “el ecosistema no tiene escala ni soporte espacial definido”, y tampoco dispone de una especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para nuestro caso, se consideró la microcuenca del área del proyecto como la unidad de análisis, el cual al tener límites territoriales mediante el parteaguas, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más ecosistemas.

[18] Nijkamp, P., & Van Delft, A. (1977). Multi-Criteria Analysis and Regional Decision-Making. Martinus Nijhoff Social Sciences Division.

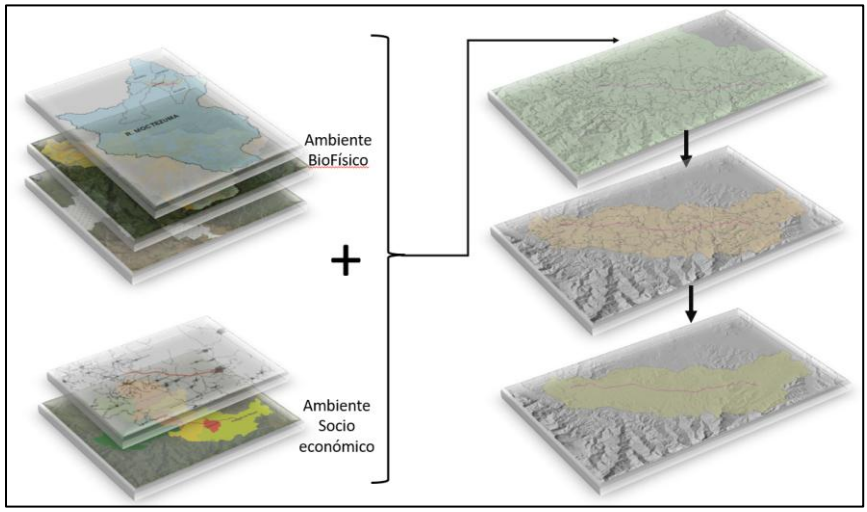


Figura 8. EMC y delimitación del SA.

La delimitación realizada es el ámbito lógico para evaluar y en su caso planificar el uso y manejo de los recursos naturales, en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente). Ningún otro ámbito que pudiera ser considerado (límites municipales, límites prediales o ejidales, parcelas, etc.) guarda esta relación de forma tan estrecha y tangible.

La delimitación del SA consideró los principales puntos de análisis de un ecosistema, dándose como punto de partida los limites políticos estatales y municipales de influencia con el proyecto, así mismo, se **engloban los usos del suelo y tipos de vegetación** presentes en el proyecto, dando una mayor amplitud geográfica de estos por parte del SA así como un enriquecimiento con las clasificaciones para una caracterización más sistemática del funcionamiento del ecosistema de la zona, de igual manera, se incluyen elementos como los límites costeros e hidrográficos, estos últimos, que por años se han utilizado para la definición o determinación del área de estudio generalizada de un proyecto (Cuenca Hidrográfica, Microcuenca, Sistema Ambiental, Cuenca Hidrológico Forestal, etc.) ya que se trata de unidades geográficas naturales de mayor utilidad para la gestión del territorio, por tanto, son empleadas invariablemente para el estudio y manejo de los recursos naturales (agua, fauna, vegetación y suelo) toda vez que se reconoce que tienen límites naturales bien definidos, de fácil identificación e independencia relativa, de ahí que el detallado de la unidad se dio con base al parteaguas natural, el cual en conjunto con los elementos hidrológicos pueden caracterizar una unidad homogénea, como es nuestro caso.

En base a lo anterior, el SA delimitado se compone de una serie de criterios que son interactuante con el **“Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima”** engloba características homogéneas y de similitud con las presentadas en el sitio del proyecto, con lo cual se puede exponer una dinámica de la interacción de los distintos elementos de un sistema ambiental de un ecosistema costero. Con esta delimitación se busca alcanzar una expresión territorial objetiva, inventariable y cartografiable la cual pueda ajustarse al concepto de Sistema Ambiental donde el proyecto se ubicará.

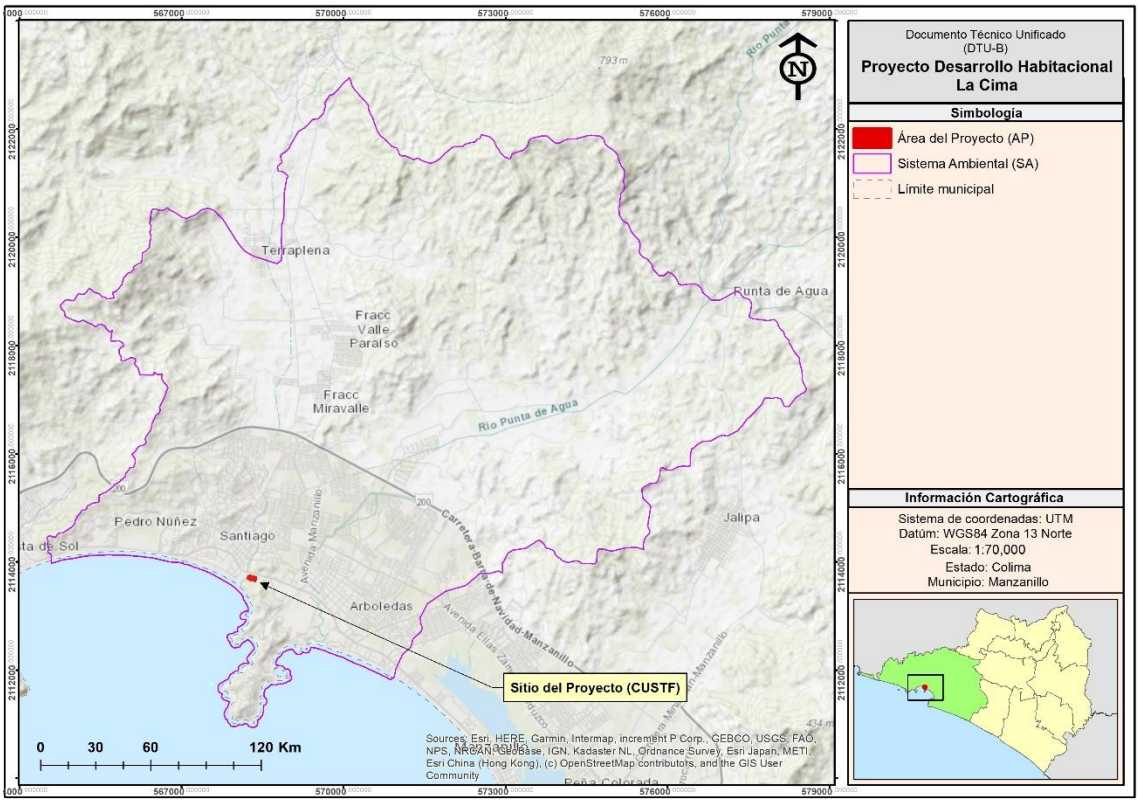


Figura 9. Sistema Ambiental delimitado para el "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima".

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA

Para el análisis retrospectivo del Sistema Ambiental se toma en cuenta las tasas de cambio de las capas de uso de suelo y vegetación serie III y VII elaboradas del INEGI, así mismo, se analiza el estado de conservación de la vegetación.

Tasas de Cambio

Este indicador permite ubicar espacialmente y cuantificar las extensiones de los cambios de las coberturas de vegetación y uso del suelo que han ocurrido en un período de tiempo definido; partiendo del concepto de dinámica de coberturas, lo que permite caracterizar e identificar las áreas de atención prioritarias debido al impacto de las actividades económicas y el desarrollo de las comunidades humanas sobre el territorio y sus recursos, además permite identificar problemas relativos a la sustentabilidad de las actividades humanas. Como insumos base se emplearon las cartas de USV serie III y serie VII elaboradas por el INEGI.

Tabla 3. Tasa de cambio de los usos de suelo y vegetación en la SA.

Uso del suelo y vegetación	USV serie III (2005)	USV serie VII (2021)	Tasa anual de cambio
Agricultura	3,332.69	2,050.35	-2.99%
Pastizal	711.97	341.01	-4.50%
Vegetación forestal primaria	0.00	0.00	0.00%
Vegetación forestal secundaria	4,157.59	4,464.85	0.45%

Uso del suelo y vegetación	USV serie III (2005)	USV serie VII (2021)	Tasa anual de cambio
Zona urbanizada	252.61	1,606.79	12.26%
Cuerpo de agua	72.43	64.29	-0.74%

De acuerdo con las capas de Uso del Suelo y Vegetación de 2005 (Serie III) y 2021 (Serie VII), se muestran cambios significativos en la configuración del territorio. La superficie destinada a agricultura disminuye de manera notable, pasando de 3,332.69 a 2,050.35 ha, con una tasa anual de cambio negativa de –2.99%, lo que indica un abandono o conversión de áreas agrícolas. De forma similar, el pastizal presenta una reducción marcada (–4.50% anual), disminuyendo casi a la mitad de su extensión original. En contraste, la vegetación forestal secundaria muestra un incremento ligero, creciendo de 4,157.59 a 4,464.85 ha, con una tasa positiva de 0.45% anual, lo que sugiere procesos de regeneración o sucesión en zonas previamente alteradas. La categoría más dinámica es la zona urbanizada, que aumenta de 252.61 a 1,606.79 ha, con una tasa anual de 12.26%, evidenciando una expansión urbana acelerada. Finalmente, los cuerpos de agua presentan una disminución leve (–0.74% anual). En conjunto, la tendencia general refleja una reducción de áreas agropecuarias y pastizales, un crecimiento urbano muy marcado y una ligera recuperación de vegetación secundaria.

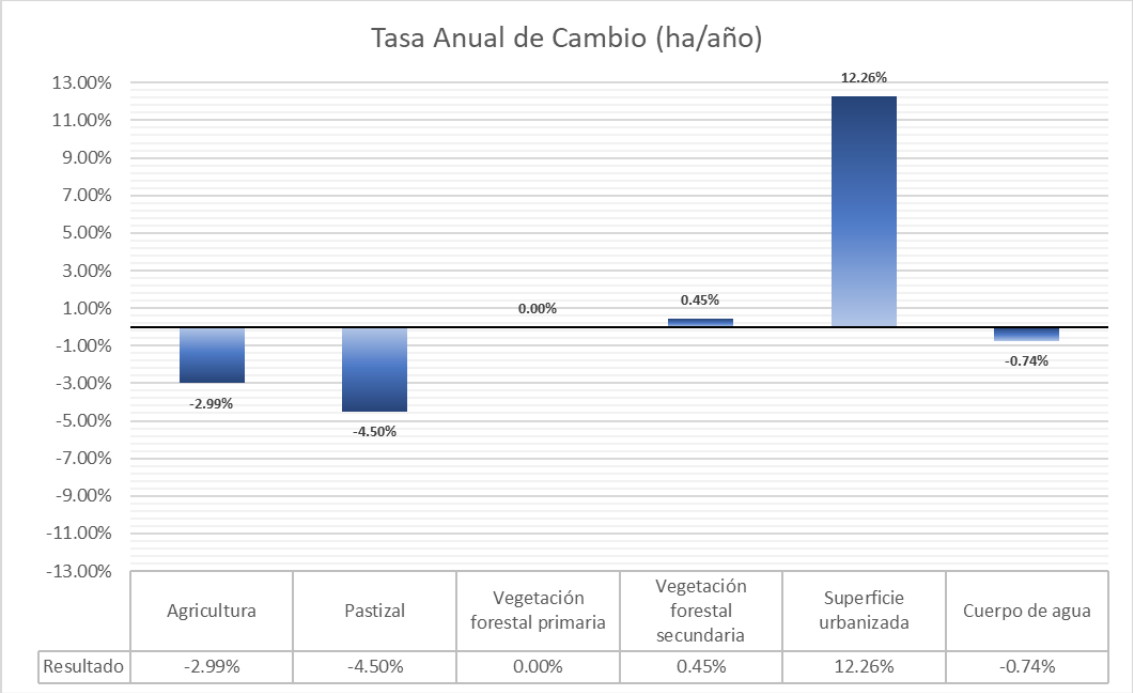


Figura 10. Tasa de cambio en las agrupaciones de USV del SA (INEGI, serie III y serie VII).

Estado de conservación de la vegetación

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 En el SA la cubierta clasificada como vegetación forestal es de **4,464.85 hectáreas**, en la que predominan las etapas sucesionales secundarias, mientras que la vegetación primaria no se identifica en la superficie.

La superficie registrada para la selva baja caducifolia corresponde totalmente a una condición secundaria, específicamente en su estrato arbustivo, el cual abarca **4,464.85 ha**, equivalentes al 100% del área evaluada. No

se identifican remanentes de vegetación primaria, ni presencia de fases secundarias en estratos arbóreo o herbáceo, lo que indica que la zona ha pasado por procesos de disturbio que han favorecido una etapa sucesional intermedia dominada por arbustos. En conjunto, esta distribución refleja un paisaje homogéneo en términos sucesionales, caracterizado por una selva baja caducifolia en recuperación, donde aún no se manifiestan estructuras arbóreas maduras ni estadios tempranos herbáceos.

Tabla 4. Estado de conservación de la vegetación en el SA (USV Serie VII, INEGI).

Tipo de Vegetación	Sucesión	Grado*	Superficie (Ha)	Porcentaje
Selva baja caducifolia	Primario	-	0	0%
	Secundario	Arbóreo	0.0	0%
		Arbustivo	4,464.85	100.00%
		Herbáceo	0	0%
Total			**4,464.85**	**100.00%**

IV.2.1.1 Medio abiótico

IV.2.1.1.1 Clima

Se define el clima como un conjunto de fenómenos meteorológicos, típicos de una región específica, durante un determinado período de tiempo prolongado.

IV.2.1.1.1.1 Tipo de Clima

De manera específica, y de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, adaptada para México por E. García (2004)[19], se realizó el análisis climático del área mediante la carta de Climas de la República Mexicana elaborada por García, E., CONABIO (1998)[20], a escala 1:1,000,000. Esta información fue procesada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para determinar la distribución espacial de los tipos de clima dentro de la superficie del SA.

El Sistema Ambiental se encuentra dominado por un clima **cálido subhúmedo** del tipo **$Aw_o(w)$**, que abarca **8,491.65 ha**, equivalentes al **99.58%** de la superficie total. Este clima se caracteriza por una temperatura media anual superior a 22°C y una temperatura mínima en el mes más frío mayor de 18°C, lo que refleja condiciones térmicas cálidas durante todo el año. La precipitación presenta un régimen de lluvias concentrado en verano, con valores entre 0 y 60 mm en el mes más seco, un índice P/T menor de 43.2 y una proporción de lluvia invernal entre 5% y 10.2% del total anual. En contraste, los **cuerpos de agua** representan una extensión mínima de **35.64 ha (0.42%)**, correspondiente a la parte costera ubicada al sur del área de estudio. En conjunto, el clima predominante favorece el desarrollo de vegetación de tipo tropical estacional, como la selva baja caducifolia, que se adapta a periodos prolongados de sequía y lluvias concentradas.

Con respecto al Área del Proyecto (**0.9749 ha**) también se caracteriza por un clima cálido subhúmedo del tipo **$Aw_o(w)$**, como se muestra en la siguiente figura.

[19] García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (5a ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
[20] García, E., & CONABIO. (1998). Carta de Climas de México. Escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

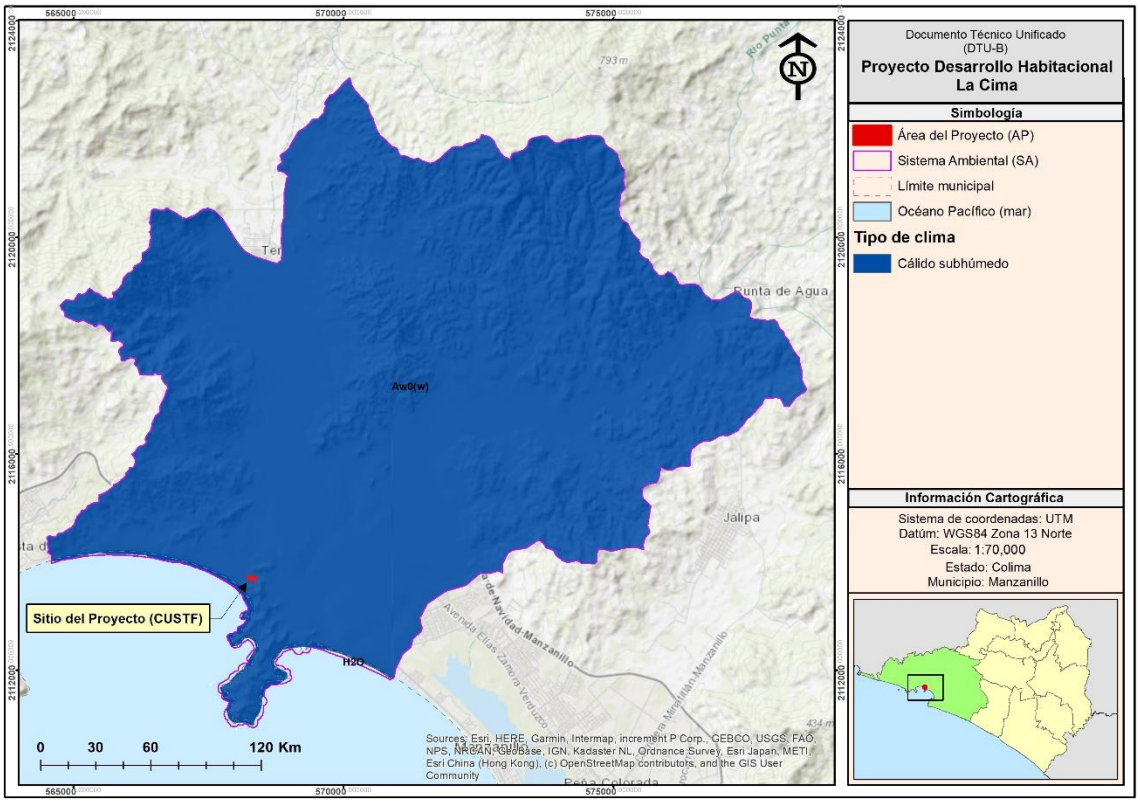


Figura 11. Mapa del tipo de clima presente en el SA y AP.

Con el propósito de caracterizar con mayor precisión las condiciones meteorológicas del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP), se analizó la información proveniente de tres estaciones climatológicas representativas de la región. Las estaciones consideradas fueron **Manzanillo (OBS) (6018)**, **Punta de Agua (DGE) (6069)** y **Chandiablo (6063)**, utilizando registros del periodo 1991–2020. Los resultados obtenidos a partir de estas fuentes se integran y sintetizan en la tabla y la figura que se presentan a continuación.

Tabla 5. Tabla 3. Estaciones climáticas de influencia con el SA y AP.

Estación	Clave	Municipio y estado	Latitud	Longitud	Altura (m.s.n.m.)
Manzanillo (OBS)	6018	Manzanillo, Colima	19.04888889°	-104.2983333°	3.4
Punta de agua (DGE)	6069	Manzanillo, Colima	19.16194444°	-104.2655556°	80.0
Chandiablo	6063	Manzanillo, Colima	19.20333333°	-104.335°	131.0

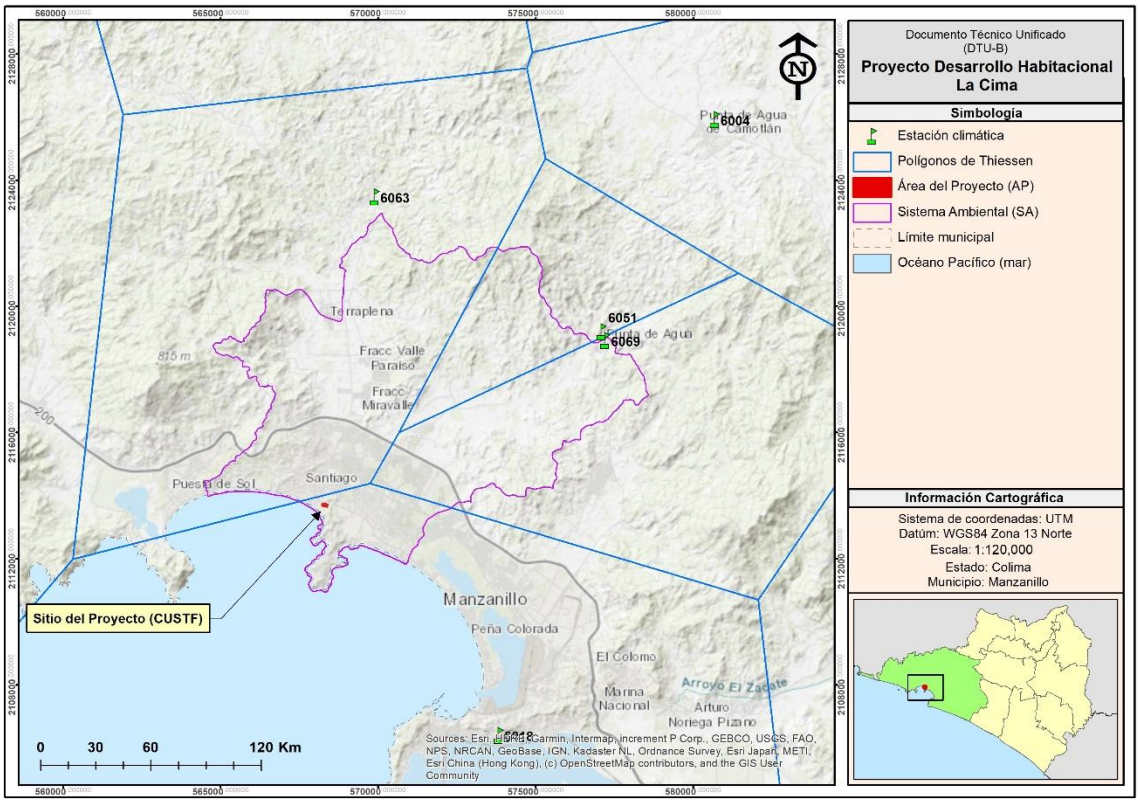


Figura 12. Mapa del tipo de clima presente en el SA y AP.

A continuación, se analiza la información correspondiente a las variables de temperatura y precipitación de la información recabada por parte de las estaciones de influencia con el SA y AP (Nogales-26062 y Santa Cruz (FFCC)-26164)[21].

IV.2.1.1.1.1.1 Temperatura media, mínima y máxima

Las tres estaciones climatológicas muestran un comportamiento térmico característico de una región cálida, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 26.8 °C y 27.5 °C. En Manzanillo (OBS), la temperatura media anual es de 27.1 °C, con valores relativamente estables a lo largo del año y un ligero incremento durante el verano, alcanzando un máximo de 29.3 °C en julio. En Punta de Agua (DGE), la media anual es de 26.8 °C, presentando un patrón similar, con temperaturas mínimas cercanas a 24.7 °C en invierno y máximos de 28.8 °C en junio y julio. La estación Chandiablo registra la temperatura media anual más alta (27.5 °C), manteniendo valores superiores durante prácticamente todo el año y con menor variabilidad estacional. En conjunto, las tres estaciones confirman un régimen térmico cálido y estable, con veranos ligeramente más cálidos y una oscilación anual reducida, rasgos característicos de zonas costeras del clima $Aw_o(w)$.

Tabla 6. Temperatura media mensual y anual de las estaciones climáticas de influencia.

Estación	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Manzanillo (OBS)	25.5	25.1	25.0	25.2	27.0	28.7	29.3	29.2	28.5	28.5	27.5	26.1	27.1
Punta de agua (DGE)	25.0	24.7	24.7	25.1	27.2	28.8	28.8	28.6	28.0	28.1	27.2	25.9	26.8

[21] Servicio Meteorológico Nacional (SMN) – CONAGUA. (s.f.). Normales climatológicas por estado. Comisión Nacional del Agua. Recuperado de https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado.

Estación	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Chandiablo	26.7	26.7	27.1	27.0	28.0	27.8	27.9	27.9	27.9	27.8	27.6	27.1	27.5

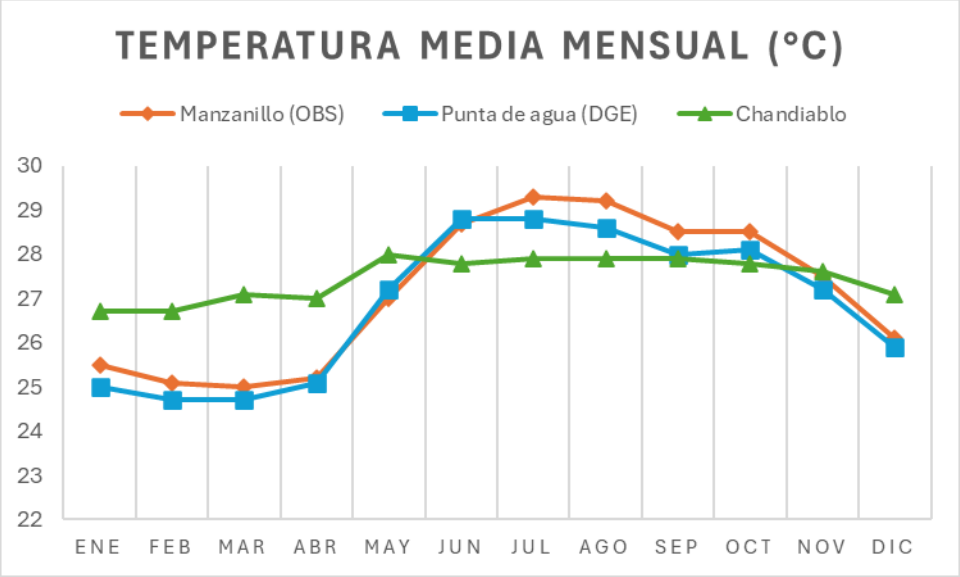


Figura 13. Temperatura media mensual de las estaciones climáticas de influencia.

Las estaciones Manzanillo (OBS), Chandiablo y Punta de Agua (DGE) presentan un comportamiento térmico característico de climas cálidos subhúmedos, con un incremento gradual de temperatura desde el invierno hasta alcanzar su máximo previo al periodo de lluvias. En Manzanillo (OBS), las temperaturas máximas normales varían de 29.6–29.9 °C en los meses invernales y ascienden hasta 32.8 °C durante julio y agosto, mientras que las mínimas pasan de valores frescos de 20.3–21.0 °C en invierno a más de 25 °C entre junio y septiembre, reflejando una fuerte influencia marítima y baja oscilación térmica. En contraste, Chandiablo registra el régimen más cálido y contrastante del conjunto, con máximas que alcanzan 35.2 °C en mayo y mínimas invernales de 15.9–17.4 °C, lo que evidencia mayor continentalidad y amplitud térmica diaria. Por su parte, Punta de Agua (DGE) muestra máximas más estables a lo largo del año, fluctuando entre 32.8 y 33.9 °C, junto con mínimas que se mantienen moderadas (20.6–22.4 °C), lo que indica condiciones térmicas homogéneas y una menor variabilidad estacional. En términos anuales, Chandiablo registra las máximas más elevadas (33.8 °C), mientras que Manzanillo (OBS) presenta las mínimas más altas (23.2 °C), confirmando la presencia de microclimas influenciados por la cercanía al litoral y la topografía local. En conjunto, las estaciones muestran una estacionalidad bien definida, con veranos cálidos y húmedos e inviernos templados, en concordancia con el clima predominante de la región de Manzanillo.

Tabla 7. Temperatura mínima y máxima, mensual y anual de las estaciones climáticas de influencia.

Estación	Variable	Mes												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Manzanillo (OBS)	Temperatura máxima normal (°C)	29.9	29.6	29.7	29.7	30.9	32.1	32.8	32.8	31.8	32.0	31.4	30.2	31.1
	Temperatura mínima normal (°C)	21.0	20.6	20.3	20.7	23.1	25.3	25.7	25.6	25.2	25.1	23.6	21.9	23.2
Chandiablo Manzanillo (OBS)	Temperatura máxima normal (°C)	32.7	32.8	33.4	33.8	35.2	35.0	34.5	34.2	33.4	33.8	33.7	32.9	33.8
	Temperatura mínima normal (°C)	17.4	16.6	15.9	16.5	19.2	22.5	23.1	22.9	22.7	22.3	20.6	18.9	19.9

Estación	Variable	Mes												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Punta de agua (DGE)	Temperatura máxima normal (°C)	32.8	32.8	33.2	33.4	33.9	33.6	33.5	33.5	33.4	33.2	33.2	32.9	33.3
	Temperatura mínima normal (°C)	20.7	20.6	21.0	20.6	22.0	22.0	22.2	22.3	22.4	22.3	21.9	21.2	21.6

IV.2.1.1.1.1.2 Precipitación mensual y anual

Las estaciones Manzanillo (OBS), Punta de Agua (DGE) y Chandiablo presentan un régimen de precipitación marcadamente estacional, concentrado durante el periodo de lluvias de verano. En Manzanillo (OBS), la precipitación mensual es baja durante el invierno y la primavera temprana, con valores inferiores a 33 mm entre enero y mayo, y aumenta de forma significativa a partir de junio, alcanzando máximos en septiembre (251.7 mm), con una precipitación media anual de 935.4 mm. Punta de Agua (DGE) muestra un comportamiento similar, con acumulados reducidos en los primeros meses del año y un incremento notable entre junio y octubre, destacando septiembre como el mes más lluvioso (258.4 mm) y un total anual de 917.2 mm. En contraste, Chandiablo registra menores volúmenes de precipitación a lo largo del año, con un máximo también concentrado en el verano, particularmente en septiembre (204.0 mm), y una precipitación anual de 690.7 mm, lo que evidencia condiciones relativamente más secas y una menor influencia de sistemas convectivos intensos. En conjunto, las tres estaciones confirman un patrón climático con lluvias estivales bien definidas y una marcada sequía invernal, característico de la región.

Tabla 8. Precipitación mensual y anual de las estaciones climáticas de influencia

Estación	Mes												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Manzanillo (OBS)	32.5	18.7	7.6	0.1	8.1	109.6	153.8	186.2	251.7	116.3	40.9	9.9	935.4
Punta de agua (DGE)	18.6	21.2	7.8	0.2	7.4	96.8	149.0	197.1	258.4	120.7	29.8	10.2	917.2
Chandiablo	16.1	7.6	2.7	2.4	4.5	70.0	100.0	169.1	204.0	93.2	18.2	2.9	690.7

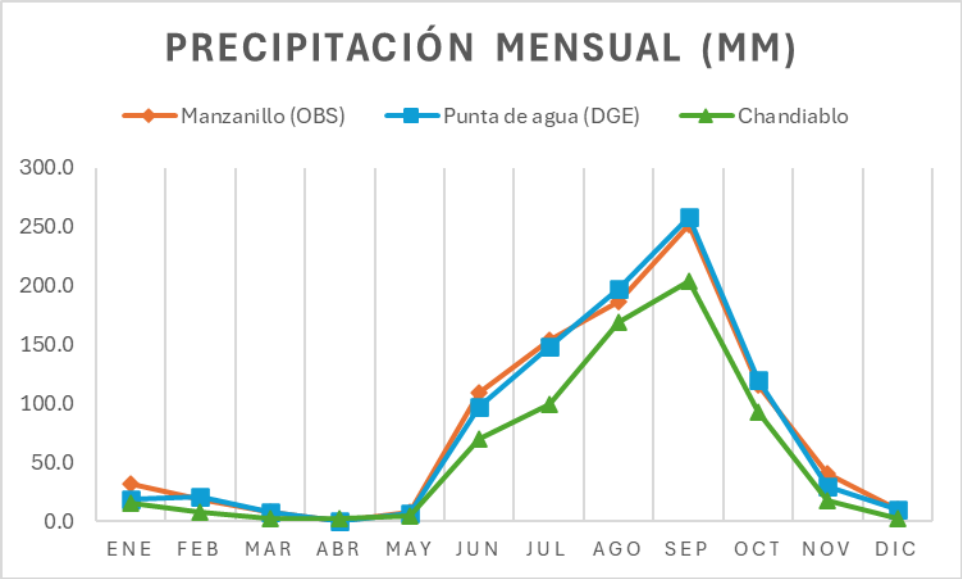


Figura 14. Precipitación mensual de las estaciones climáticas de influencia.

IV.2.1.1.1.1.1 Período de sequía

Para conocer con mayor precisión el periodo de sequía, se construyó un diagrama ombrotérmico de Gaussen (1957)[22] (figura siguiente); los diagramas climáticos se construyen sobre la base de los promedios de temperatura y precipitación, 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 izquierdo) y 20 mm de precipitación (lado derecho).

La estación Manzanillo (OBS) presenta un régimen climático típico de zonas tropicales costeras, caracterizado por temperaturas medias elevadas y una marcada estacionalidad en la precipitación. La temperatura media mensual se mantiene relativamente estable durante el invierno y la primavera temprana, con valores entre 25.0 y 25.5 °C de enero a abril, incrementándose de manera progresiva a partir de mayo hasta alcanzar su máximo en julio (29.3 °C), y manteniéndose por arriba de 28 °C durante el verano y principios del otoño, antes de descender gradualmente hacia diciembre (26.1 °C). En cuanto a la precipitación, se observa una clara concentración durante el periodo de lluvias, con acumulados muy bajos entre enero y mayo (≤32.5 mm), destacando abril como el mes más seco (0.1 mm), y un aumento significativo a partir de junio, con máximos en septiembre (251.7 mm). Este patrón confirma la presencia de un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, caracterizado por un periodo seco invernal bien definido y condiciones térmicas favorables durante todo el año, consistentes con las características climáticas de la región de Manzanillo.

La estación Punta de Agua (DGE) presenta un régimen climático característico de regiones cálidas subhúmedas, con temperaturas medias elevadas y una marcada estacionalidad en la precipitación. La temperatura media mensual se mantiene relativamente estable durante el invierno y la primavera temprana, con valores entre 24.7 y 25.1 °C de enero a abril, incrementándose a partir de mayo hasta alcanzar sus valores máximos en junio y julio (28.8 °C), y permaneciendo por arriba de 28 °C durante el verano y principios del otoño, antes de descender gradualmente hacia diciembre (25.9 °C). En cuanto a la precipitación, se observa un periodo seco bien definido de enero a mayo, con acumulados mensuales inferiores a 22 mm y un mínimo en abril (0.2 mm), seguido de un aumento significativo a partir de junio. Los mayores registros se presentan en septiembre (258.4 mm), manteniéndose valores elevados hasta octubre (120.7 mm), lo que confirma la concentración de lluvias durante el verano. Este comportamiento climático corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, propio de la región y coherente con las condiciones ambientales del área de estudio.

La estación Chandiablo presenta un régimen climático cálido con baja variabilidad térmica anual y una marcada estacionalidad en la precipitación. La temperatura media mensual se mantiene elevada y relativamente estable a lo largo del año, con valores que oscilan entre 26.7 y 28.0 °C, registrando su máximo en mayo (28.0 °C) y sus valores más bajos durante enero y febrero (26.7 °C), lo que indica una reducida amplitud térmica anual. En contraste, la precipitación muestra un patrón claramente estacional, con un periodo seco bien definido de noviembre a mayo, durante el cual los acumulados mensuales son inferiores a 20 mm, destacando marzo y abril como los meses más secos (2.7 y 2.4 mm, respectivamente). A partir de junio se observa un incremento significativo de las lluvias, alcanzando su máximo en septiembre (204 mm), y disminuyendo nuevamente hacia octubre (93.2 mm). Este comportamiento climático corresponde a condiciones relativamente más secas en

[22] Gaussen, H. (1957). Les diagrammes ombrothermiques. Toulouse: Université de Toulouse, Institut de Botanique.

comparación con estaciones cercanas, manteniendo no obstante la concentración de lluvias durante el verano, característica del clima regional.

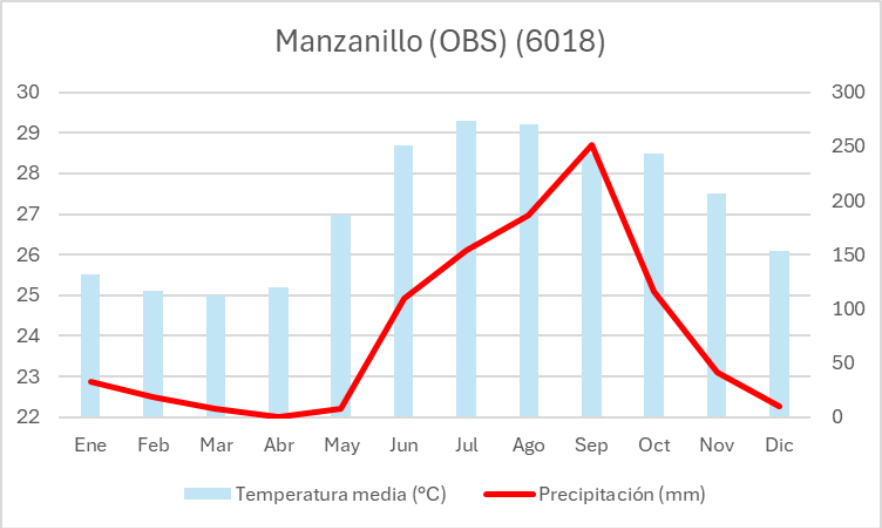


Figura 15. Diagrama ombrotérmico de las estación Manzanillo (OBS) (6018).

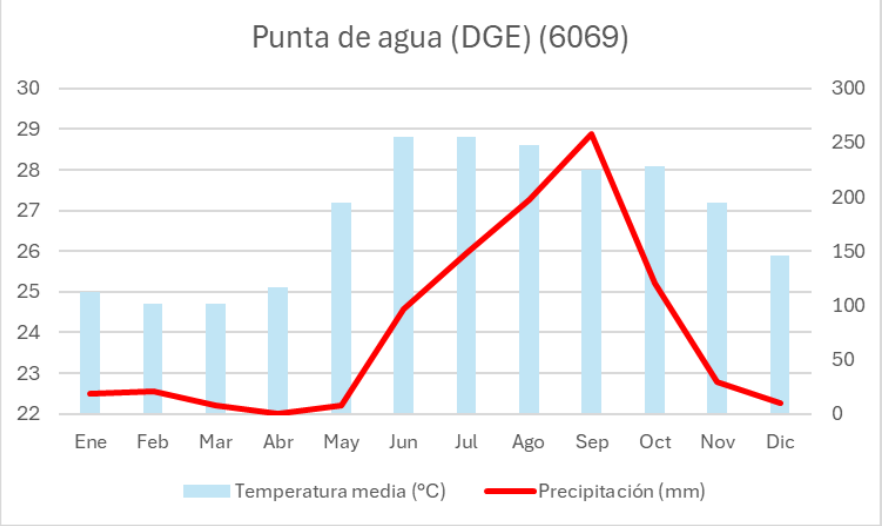


Figura 16. Diagrama ombrotérmico de las estación Punta de agua (SGE) (6069).

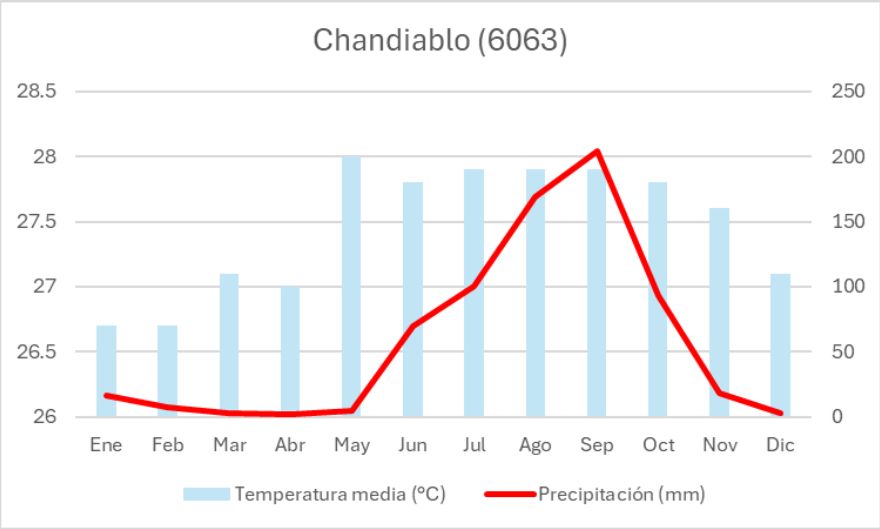


Figura 17. Diagrama ombrotérmico de la estación Chandiablo (6063).

IV.2.1.1.1.2 Fenómenos meteorológicos

El clima de la región está determinado por la interacción de diversos fenómenos climatológicos que regulan la temperatura, la humedad y la distribución anual de la precipitación. Entre los procesos más influyentes destacan la circulación atmosférica, la llegada de frentes fríos durante el invierno y fuertes lluvias anuales. A estos se suman la advección de humedad, la posible influencia de ciclones tropicales y periodos de estabilidad que favorecen sequías estacionales. En conjunto, estos elementos configuran un patrón climático característico.

IV.2.1.1.1.2.1 Sequía

Las sequías se presentan en gran parte del mundo cada vez con mayor frecuencia (UNESCO, 1979)[23]. Las regiones que las padecen sufren fuertes pérdidas económicas y favorecen la migración de gran parte de su fuerza de trabajo hacia otras zonas. Las sequías afectan grandes extensiones de terreno de cultivo y pueden provocar la muerte de numerosas cabezas de ganado. Disminuyen la disponibilidad de agua para la producción industrial y pueden afectar el uso doméstico de los habitantes.

Las ondas de calor presentes en las sequías pueden causar la muerte por deshidratación de seres humanos, sobre todo niños y ancianos; además, son motivo para que aumenten considerablemente las enfermedades gastrointestinales. Algunos fenómenos meteorológicos, como las lluvias torrenciales y granizadas, suceden en forma impetuosa y suelen afectar regiones relativamente pequeñas durante algunas horas o días. En cambio, la sequía se presenta en forma lenta y es poco notoria, pero desgasta a la agricultura, la ganadería y la industria.
Las sequías pueden llegar a afectar a amplias regiones y durar meses o inclusive años. Históricamente se ha comprobado que es el fenómeno meteorológico que mayor daño económico causa a la humanidad (Cody y otros, 1998)[24].

[23] UNESCO. (1979). Map of the world distribution of arid regions. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
[24] Cody, A., Heathcote, R. L., & Wilhite, D. A. (1998). Drought and water crises: Science, technology, and management issues. CRC Press.

Para caracterizar el fenómeno de sequías en el Sistema Ambiental y el Área del Proyecto, se utiliza la información de la capa de grados de riesgo por sequía por municipio en México a escala 1:200,000, elaborada por el CENAPRED[25]. Por lo anterior como se observa en la siguiente figura en el Sistema Ambiental, la distribución del grado de riesgo indica que la totalidad del territorio evaluado se encuentra en condiciones de **muy bajo** riesgo.

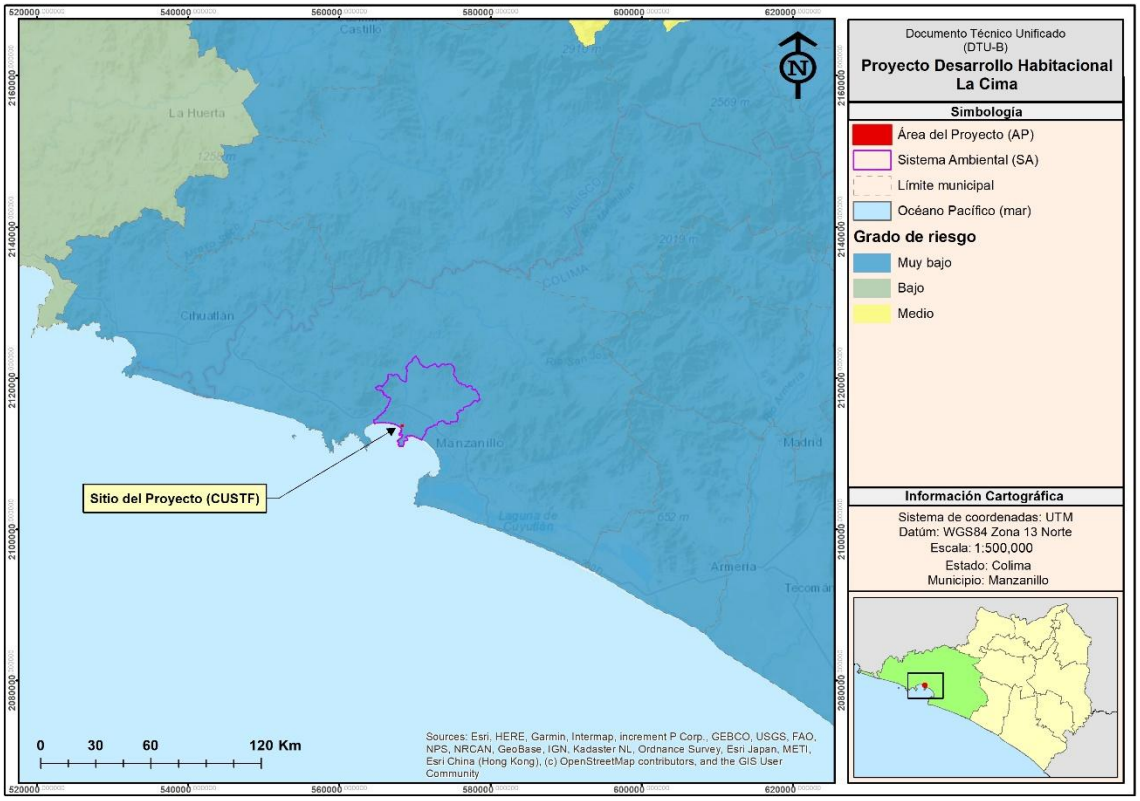


Figura 18. Grado de riesgo por sequía en el SA y AP.

IV.2.1.1.1.2.2 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulunimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Este tipo de fenómenos se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, en ocasiones la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas (NOAA, 2017)[26].

Para determinar el grado de riesgo por granizo en el Sistema Ambiental y Área del Proyecto se emplea la información elaborada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[27] a partir de la información del Atlas Nacional de Riesgos se observa que el **100%** de la superficie del SA y AP se clasifican con un grado de riesgo por granizo **muy bajo**, como se observa en la siguiente figura.

[25] CENAPRED (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Capa de grados de riesgo por sequía (1:200,000). Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.
[26] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2017). Hail: Formation and Hazards. U.S. Department of Commerce.
[27] CENAPRED (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Capa de riesgo por granizo. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

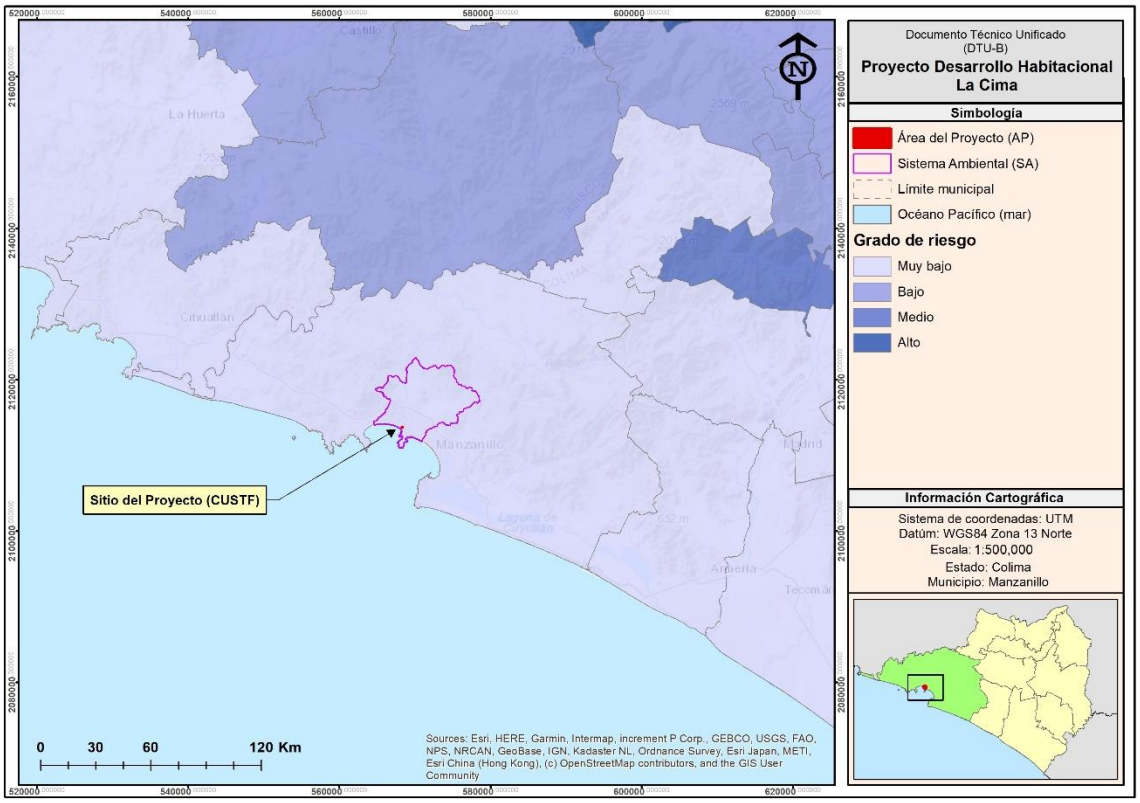


Figura 19. Grado de riesgo por granizo en el SA y AP.

IV.2.1.1.1.2.3 Tormentas eléctricas

En nuestro país las tormentas eléctricas ocurren entre los meses de mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante las horas de la tarde o de la noche, principalmente sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal. Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Tienen una naturaleza local y se presentan en espacios de decenas de kilómetros cuadrados. La duración de las tormentas eléctricas es sólo de una o dos horas, sin embargo, pueden causar daños materiales, causar lesiones graves e, incluso, pérdidas de vidas humanas (CENAPRED, 2020)[28].

Con base a la información generada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[29] y la información contenida en el Atlas Nacional de Riesgos el **100%** de la superficie del SA y AP el grado de riesgo por tormentas eléctricas es **muy bajo**, tal y como se observa en la siguiente figura.

[28] Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020). Peligros de origen hidrometeorológico. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.
[29] Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por tormentas eléctricas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

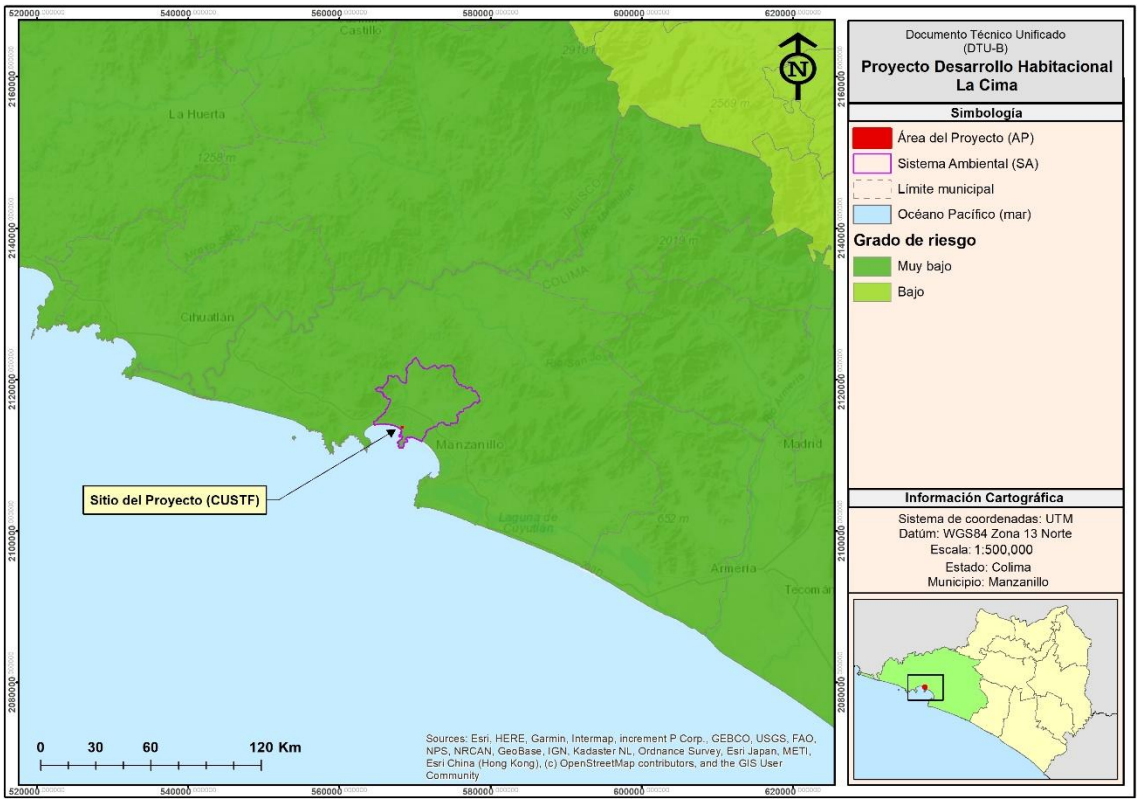


Figura 20. Grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SA y AP.

IV.2.1.1.1.2.4 Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales constituyen un fenómeno natural que genera significativos estragos sobre las ciudanía y su medio, exacerbadas por la creciente urbanización en zonas de riesgo y la degradación ambiental antropogénica. Las precipitaciones asociadas a estos eventos aportan beneficios sustanciales, recargando acuíferos y embalses que proveen de agua a regiones áridas y semiáridas de México, destinada al consumo humano, la agricultura y la generación de energía. En México, la temporada ciclónica inicia en mayo en el océano Pacífico y en junio en el Atlántico, finalizando en ambos casos a finales de noviembre (CONAGUA, 2022)[30].

Para describir la relación con los eventos ciclónicos, se utilizó la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[31], que clasifica el territorio mexicano en cinco niveles de riesgo por ciclones tropicales. Respecto a la superficie del SA y Área del Proyecto, la distribución del riesgo por ciclones tropicales muestra que la totalidad del área evaluada se encuentra dentro de condiciones de **riesgo medio**, cuya superficie presenta un escenario de **una moderada exposición** a ciclones tropicales, donde la incidencia de impactos severos es poco probable. Lo anterior se presenta en la figura siguiente.

[30] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). Temporada de ciclones tropicales en México. Servicio Meteorológico Nacional.
[31] Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

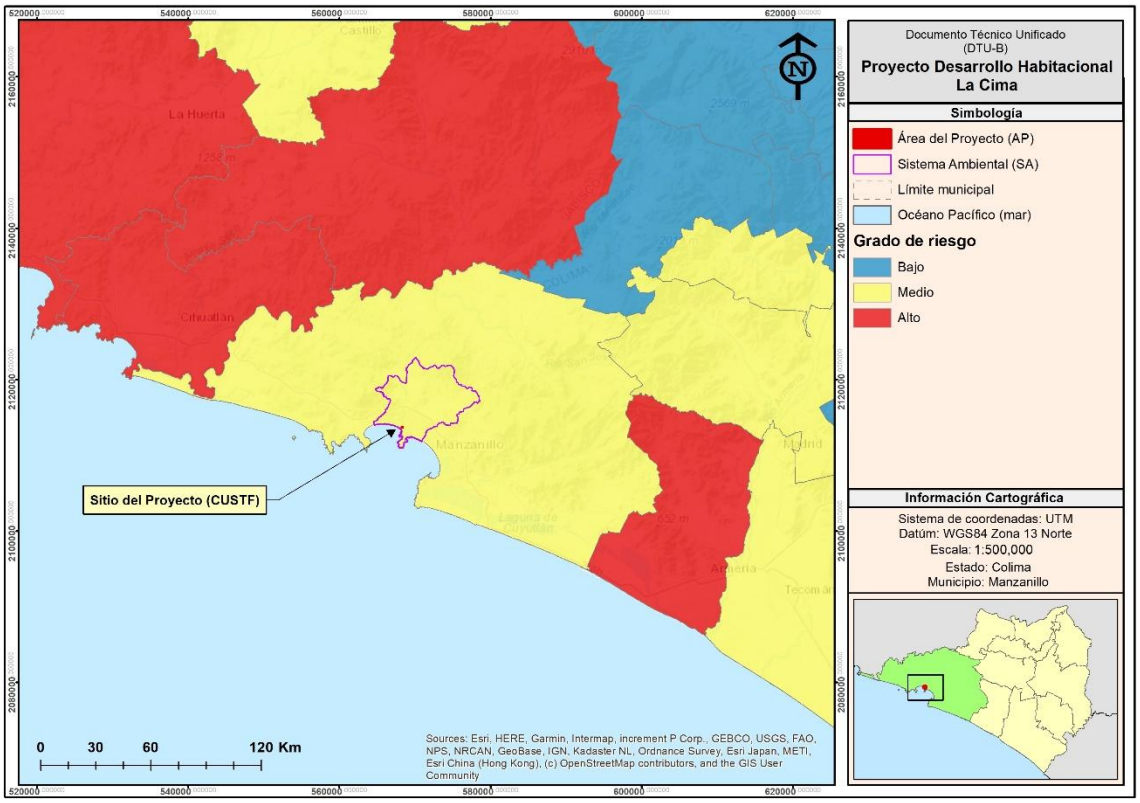


Figura 21. Grado de riesgo por ciclones tropicales en el SA y AP.

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 al 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 (SMN, 2023[32]; NOAA, 2023[33]).

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

a) Como depresión tropical con velocidades de vientos menores de 63 km/h;
b) Como tormenta tropical con velocidades de vientos de entre 63 a 118 km. /h; y
c) Como huracán con velocidades arriba de 118 km/h
    - Huracán categoría 1: 118-153 km/h
    - Huracán categoría 2: 154-177 km/h
    - Huracán categoría 3: 178-209 km/h
    - Huracán categoría 4: 210-249 km/h
    - Huracán categoría 5: mayor a 249 km/h

[32] Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2023). Ciclones tropicales: clasificación, comportamiento e impactos. Comisión Nacional del Agua.
[33] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). Tropical Cyclone Intensity Classification. U.S. Department of Commerce.

Con base a la información del National Centers for Environmental Information (NCEI)[34], en el **Sistema Ambiental** y **Área del proyecto** la presencia de eventos de origen ciclónicos es frecuente durante la temporada, los más importantes en los últimos tres años y de influencia son: la tormenta tropical **Beatriz**, cuyo eje se ubica al suroeste a una distancia de más de 9.9 km, y el segundo evento se denomina **Dolores**, también una tormenta tropical en la parte noreste, a más de 42.6 km de distancia; tal y como se muestra en la información posterior.

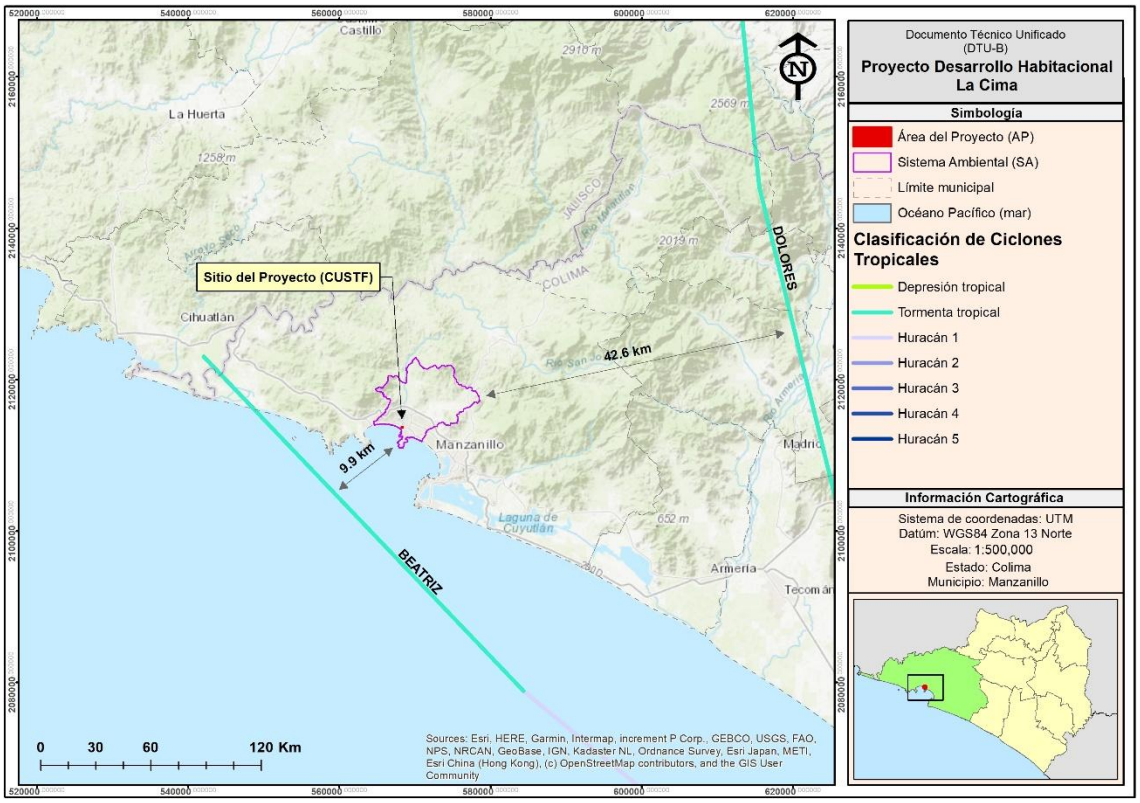


Figura 22. Trayectoria de ciclones tropicales en el SA y AP.

IV.2.1.1.1.2.5 Heladas

El número de días con heladas constituye un indicador climático relevante, pues refleja la frecuencia con la que la temperatura desciende por debajo de los 0 °C, afectando procesos ecológicos, agrícolas y de infraestructura. En regiones con mayor altitud o influencia de masas de aire frío, este fenómeno puede presentarse de manera más recurrente durante los meses invernales, mientras que en zonas bajas o cálidas suele ser esporádico o prácticamente inexistente. La distribución anual de días con heladas permite identificar periodos de mayor susceptibilidad y evaluar posibles impactos sobre la vegetación, la fauna y las actividades productivas (CENAPRED, 2020)[35].

Con base a la información generada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y la información contenida en el Atlas Nacional de Riesgos (ANR)[36], en el **SA** y **AP** el número de días con heladas es de **0 días**, como se muestra en la siguiente figura.

[34] National Centers for Environmental Information (NCEI). (2023). Tropical Cyclone Tracks Database. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
[35] CENAPRED. (2020). Peligros de origen hidrometeorológico: heladas. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.
[36] Atlas Nacional de Riesgos (ANR). (2023). Mapa de peligro por heladas. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

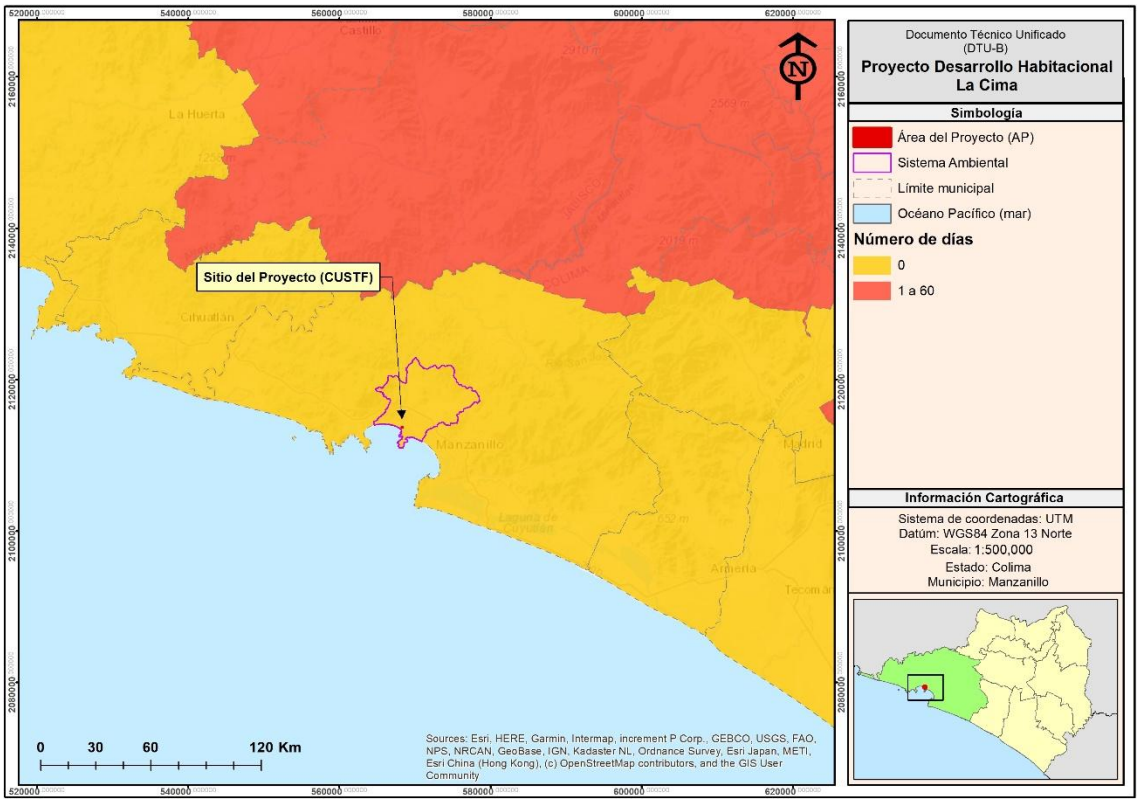


Figura 23. Número de días con heladas en el SA y AP.

IV.2.1.1.2 Geomorfología

El análisis geológico y geomorfológico constituye un elemento esencial para comprender las características físicas que sustentan el paisaje y determinan la dinámica ambiental del área de estudio. Estos componentes permiten identificar el tipo de materiales que conforman el subsuelo, los procesos que han intervenido en su formación y las formas del relieve resultantes, aspectos que influyen directamente en la estabilidad del terreno, el comportamiento hidrológico, la disponibilidad de suelo y el desarrollo de los ecosistemas. A partir de esta base, es posible evaluar con mayor precisión las condiciones naturales del sitio y su relevancia para la planificación y gestión ambiental.

IV.2.1.1.2.1 Tipo de rocas

La litología del estado de Colima está dominada por materiales de origen volcánico, asociados principalmente al Complejo Volcánico de Colima y a la actividad del Eje Neovolcánico Transmexicano. Predominan rocas ígneas extrusivas como **andesitas, basaltos y dacitas**, así como extensos depósitos **piroclásticos** (tobas, cenizas y brechas volcánicas), producto de episodios eruptivos históricos y prehistóricos. En las zonas bajas y planicies costeras se desarrollan **depósitos aluviales y fluviales recientes**, constituidos por arenas, gravas, limos y arcillas, derivados del retrabajo de materiales volcánicos. Hacia la franja litoral se presentan **sedimentos marinos y costeros**, incluyendo arenas y limos de playa, estuarios y lagunas. De manera local y subordinada, afloran **rocas sedimentarias**, principalmente calizas, asociadas a antiguos ambientes marinos. En conjunto, la litología del estado refleja una marcada influencia volcánica, la cual condiciona la morfología del terreno, el desarrollo de los

suelos y los procesos geodinámicos superficiales, aspectos relevantes para la evaluación ambiental y la planeación de proyectos en la región (INEGI, 2017[37]; SGM, 2010[38]).

Tomando como referencia la capa "Conjunto de datos vectoriales de la Carta Edafológica, escala 1:250 000, Serie I. Manzanillo", elaborada por el INEGI (2014)[39], el SA se caracteriza por una litología predominantemente **ígnea intrusiva de tipo granítico**, correspondiente a la clave **K(gr)**, de edad **Mesozoica (Cretácico)**, la cual ocupa una superficie de **5,309.15 ha**, equivalente al **62.26%** del total, constituyéndose como la unidad geológica dominante. Estas rocas confieren al terreno condiciones de alta consolidación y controlan en gran medida la geomorfología y los procesos edáficos locales. En menor proporción, se identifican unidades **cuaternarias de origen cenozoico**, principalmente **suelos aluviales [Q(al)]**, que cubren **3,111.27 ha (36.49%)** y se asocian a zonas de acumulación fluvial y planicies. De manera marginal, se presentan **suelos lacustres [Q(la)]** y **suelos litorales [Q(li)]**, con superficies de **31.43 ha (0.37%)** y **33.20 ha (0.39%)**, respectivamente, vinculados a antiguos ambientes de depósito continental y costero. Los **cuerpos de agua superficiales (H_2O)** ocupan **42.23 ha**, lo que representa el **0.50%** del área total. En conjunto, la distribución de estas unidades refleja un territorio dominado por sustratos rocosos antiguos, con depósitos recientes restringidos a zonas bajas, información clave para la evaluación de la estabilidad del terreno; cada uno de los tipos de roca y sus clases presentes en la superficie del SA se presentan en las tablas y figura siguientes.

Tabla 9. Clases de rocas en el SA.

Unidades	Clase	Superficie (ha.)	Porcentaje
Rocas	Ígnea intrusiva	5309.15	62.26%
Otras entidades	*Suelo	3,175.90	37.24%
	*Cuerpo de agua	42.23	0.50%
Total		**8,527.28**	**100.00%**

*Otras entidades (INEGI, 2014).

Tabla 10. Tipos de rocas en el SA.

Clave	Tipo	Era	Sistema	Superficie (ha.)	Porcentaje
K(gr)	Granito	Mesozoico	Cretácico	5309.15	62.26%
Q(al)	*Suelo aluvial	Cenozoico	Cuaternario	3111.27	36.49%
Q(la)	*Suelo lacustre	Cenozoico	Cuaternario	31.43	0.37%
Q(li)	*Suelo litoral	Cenozoico	Cuaternario	33.2	0.39%
H2O	*Cuerpo de agua			42.23	0.50%
Total				**8,527.28**	**100.00%**

*Otras entidades (INEGI, 2014).

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

[37] INEGI (2017). Conjunto de datos vectoriales geológicos, escala 1:250,000. Serie I. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
[38] SGM (2010). Carta Geológica-Minera del Estado de Colima. Servicio Geológico Mexicano, Pachuca, Hidalgo.
[39] INEGI (2014). Conjunto de datos vectoriales de la Carta Edafológica, escala 1:250 000, Serie I. Manzanillo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

para los productos de decoración. Se forma por la actividad volcánica y se puede encontrar en depósitos en todo el mundo.

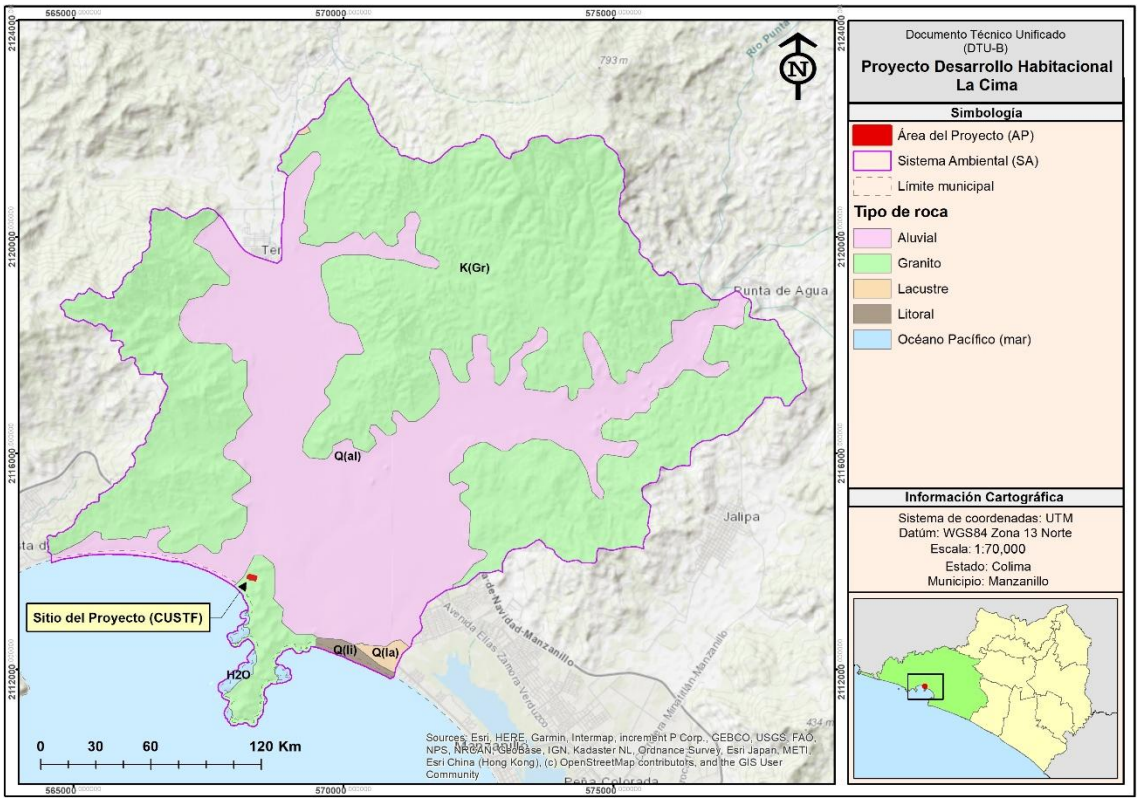


Figura 24. Tipo de rocas en el SA.

En el caso del área del proyecto, de acuerdo con las cartas geológicas, para determinar el tipo de rocas se toma como referencia la información contenida en la carta geológico-minero Cihuatlán E13-B4 del estado de Colima, escala 1:50,000 elaborada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2015)[40]. Se precisa que la totalidad de la superficie del área del proyecto (**100.00%**), se presenta la unidad geológica **KsTpa (Gd-D)**, que corresponde a rocas ígneas intrusivas de composición granodiorítica a diorítica, asociadas al Cretácico Superior (Ks) y vinculadas a eventos magmáticos del Terciario temprano. Estas rocas presentan textura fanerítica, con cristales visibles y alto grado de consolidación, lo que les confiere buena competencia mecánica y relativa resistencia a la meteorización. La presencia de esta unidad condiciona la morfología del terreno, favoreciendo relieves moderados a abruptos, y controla el desarrollo de suelos generalmente someros. Desde el punto de vista ambiental y geotécnico, este tipo de sustrato es relevante por su baja permeabilidad primaria, aunque puede presentar permeabilidad secundaria asociada a fracturamiento.

Granodiorítica a diorítica: se refiere a la composición petrográfica de una roca ígnea intrusiva que transiciona entre granodiorita y diorita, indicando variaciones en el contenido de sílice y minerales máficos.

- Granodiorita: roca intrusiva de composición intermedia a félsica, con cuarzo (≈20–60%), plagioclasa dominante sobre feldespato potásico, y minerales máficos como biotita y hornblenda.

[40] Servicio Geológico Mexicano (SGM) (2010). Carta Geológico-Minera Cihuatlán E13-B42, Jalisco y Colima, escala 1:50,000. Servicio Geológico Mexicano, Pachuca, Hidalgo, México.

- Diorita: roca intrusiva de composición intermedia, con poco o nulo cuarzo, predominio de plagioclasa y minerales máficos (hornblenda, piroxenos).

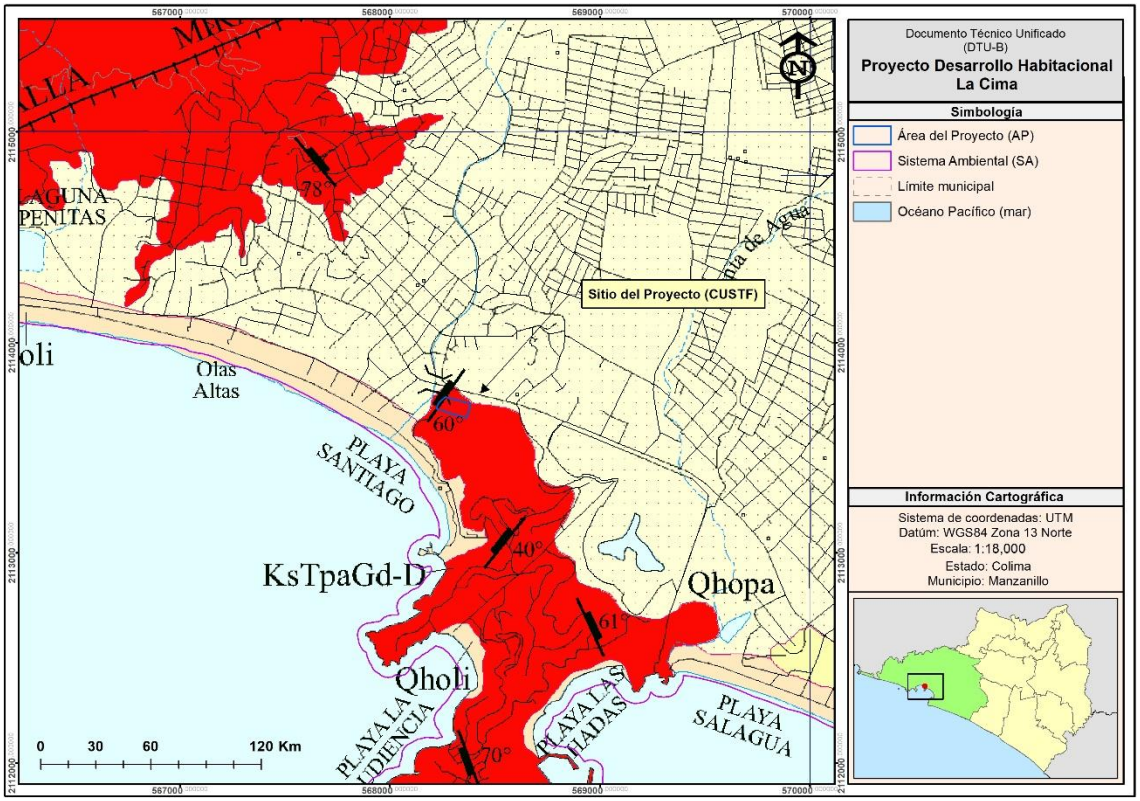


Figura 25. Tipo de rocas en el AP.

IV.2.1.1.2.2 Elevación del terreno

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.

En relación con las elevaciones presentes en el SA, se empleó un para el establecimiento los rangos de elevación del terreno (msnm), se reagrupo la información obtenida mediante un proceso de análisis del Modelo de Elevación Digital de 15 m (INEGI, 2025)[41]. Los resultados indican que la cota altitud mínima es de **-4 msnm**, una altitud máxima de **641 msnm** y una altitud promedio de **112.51 msnm**, lo que evidencia una amplia variabilidad altitudinal y un relieve marcadamente heterogéneo. La presencia de cotas por debajo del nivel medio del mar se asocia a zonas bajas costeras y ambientes de acumulación, potencialmente susceptibles a inundaciones, intrusión salina y encharcamientos estacionales, mientras que las áreas de mayor altitud corresponden a relieves serranos, caracterizados por pendientes más pronunciadas, mayor energía del escurrimiento superficial y

[41] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2025). Modelo de Elevación Digital Continuo 4.0 (Resolución 15 m). Aguascalientes, México: INEGI.

procesos erosivos activos. Esta gradiente altitudinal influye de manera directa en la distribución de las unidades fisiográficas, el patrón de drenaje, y el desarrollo de suelos; como se muestra en la tabla y figura siguientes:

Tabla 11. Rango de elevaciones presentes en el SA.

Mínima (msnm)	Máxima (msnm)	Promedio (msnm)
-4	641	112.51

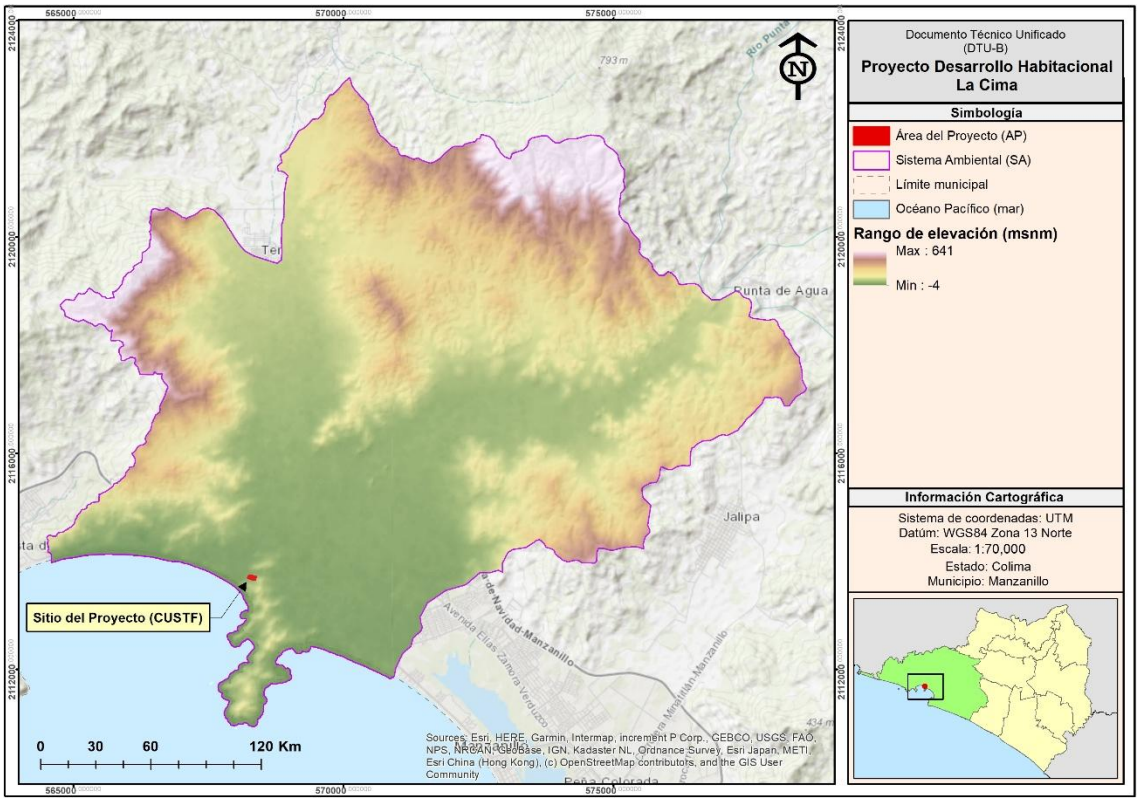


Figura 26. Rango de elevación del terreno (msnm) del SA.

Con respecto a la elevación del terreno del Área del Proyecto (AP), se utilizó el Modelo de Elevación Digital (MDE) con resolución espacial de 5 metros (INEGI, 2014)[42]. Los resultados indican que la cota mínima registrada es de **7.53 msnm**, mientras que la elevación máxima alcanza **31.98 msnm**. En conjunto, el área presenta una elevación promedio de **17.46 msnm**, lo que indica un relieve predominantemente bajo y ligeramente ondulado, característico de zonas costeras y planicies cercanas al litoral. La reducida diferencia altitudinal evidencia una baja variación topográfica, lo cual favorece procesos de acumulación sedimentaria y escurrimiento superficial lento.

Tabla 12. Elevación del terreno del AP.

Mínima (msnm)	Máxima (msnm)	Promedio (msnm)
7.53	31.98	17.46

[42] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Modelo de Elevación Digital 5 m. Aguascalientes, México: INEGI.

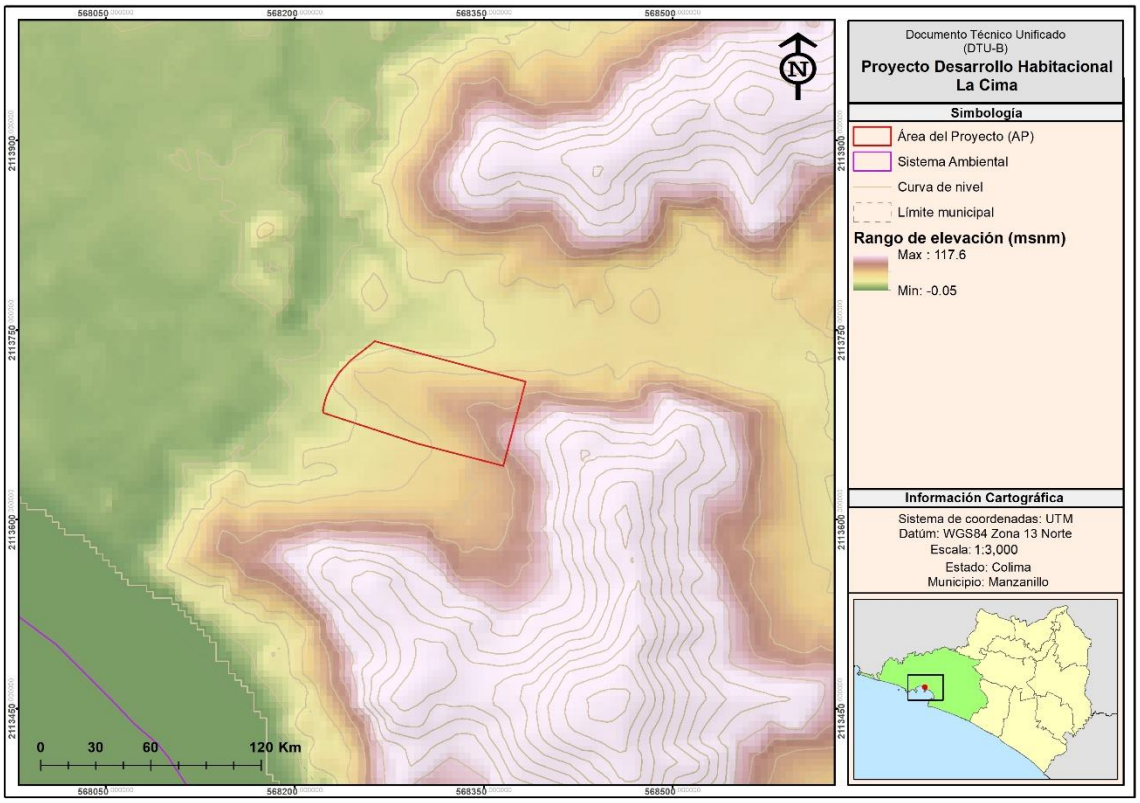


Figura 27. Rango de elevación del terreno (msnm) del AP.

IV.2.1.1.2.3 Pendiente del terreno

La inclinación del terreno constituye un factor esencial que controla o interviene en la sensibilidad ambiental. La pendiente se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno.

Para la calificación de la pendiente del terreno del SA, se reagrupo 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)[43]. De acuerdo a lo anterior, se presenta un relieve predominantemente suave a moderado, con claro dominio de pendientes **relativamente planas** (1–20%) que abarcan **61.35%** del territorio, lo que indica condiciones favorables para el desarrollo de actividades, con escurrimiento superficial moderado. Las pendientes **medias** (20–40%) representan **29.92%** y se asocian a zonas de transición y laderas onduladas, donde pueden presentarse procesos de erosión hídrica. Las pendientes **planas** (0–1%) cubren **3.72%** y corresponden a áreas bajas con posible susceptibilidad a encharcamientos, mientras que las pendientes **fuertes a muy escarpadas** (>40%) son poco extensas (**5.02% en conjunto**) y se localizan de forma puntual, representando áreas de mayor restricción por su fragilidad geomorfológica. Se presenta una **pendiente mínima de 0%**, una **pendiente máxima** de **102.91%** y una **pendiente media** de **16.23%**, lo que indica un relieve predominantemente suave, interrumpido por sectores puntuales de pendiente muy pronunciada. La pendiente media refleja condiciones generalmente

[43] Carmona, R. (1985). Clasificación de pendientes para estudios de uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

favorables para el escurrimiento superficial moderado y el desarrollo de actividades, mientras que los valores máximos evidencian la presencia de laderas abruptas y escarpes locales con alta susceptibilidad a erosión e inestabilidad. Lo anterior se observa en las tablas y figura siguientes:

Tabla 13. Clasificación de la pendiente del terreno del SA.

Pendiente (%)	Definición	Superficie (ha)	Porcentaje
0-1	Plano	317.05	3.72%
1 – 20	Relativamente plano	5,231.19	61.35%
20 – 40	Medio	2,551.64	29.92%
40 – 60	Fuerte	397.17	4.66%
60 – 80	Escarpado	27.75	0.33%
> 80	Muy escarpado	2.48	0.03%
Total		**8,527.28**	**100.00%**

Tabla 14. Pendiente mínima, máxima y media del SA.

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Pendiente media
0%	102.91%	16.23%

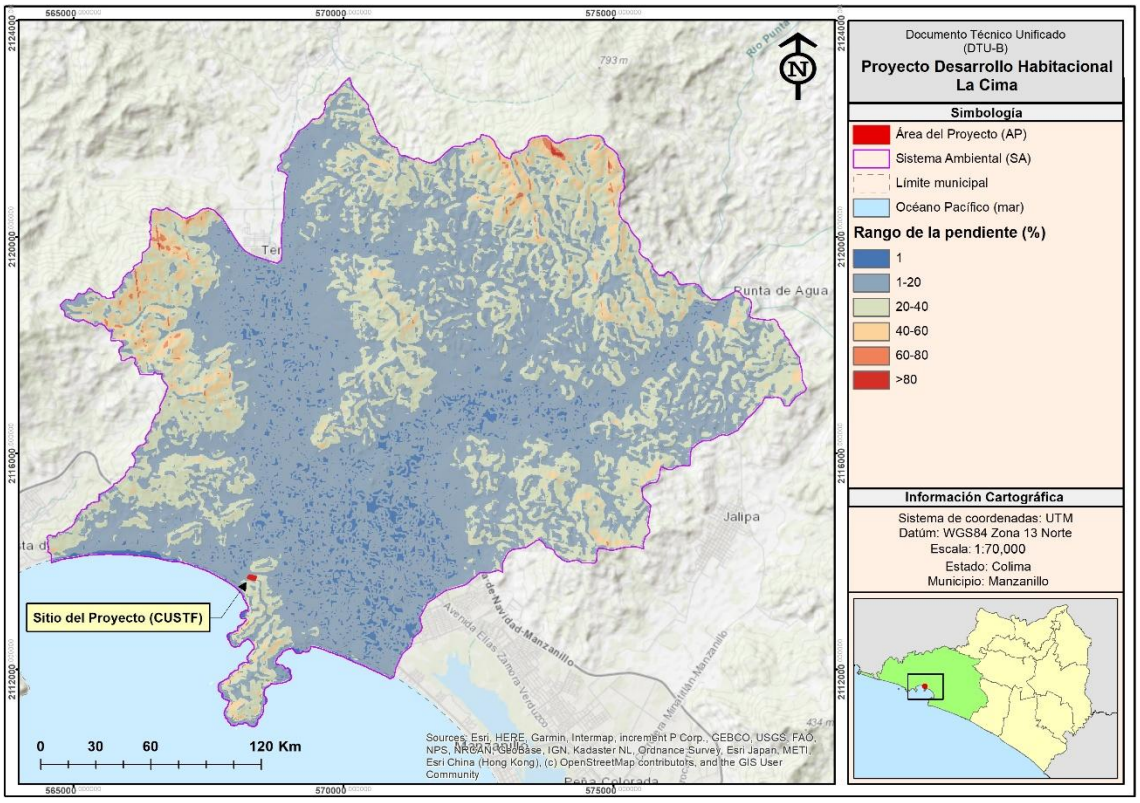


Figura 28. Mapa de pendientes del terreno del SA.

Del mismo modo, para la pendiente del terreno en el Área del Proyecto se realizó una calificación 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), empleando el Modelo de Elevación Digital con resolución de 5 m. Los resultados revelan una topografía con predominio de **pendientes medias**, las cuales abarcan **0.5446 ha**, equivalentes al **55.86%** del total, correspondientes a relieves de inclinación moderada que pueden condicionar el escurrimiento superficial y los procesos de erosión. En segundo término, las pendientes

relativamente planas (1–20%) ocupan **0.2627 ha (26.95%)**, asociadas a zonas con mayor estabilidad geomorfológica y potencial para el desarrollo de actividades antrópicas. Las pendientes **fuertes (40–60%)** representan **0.1603 ha (16.44%)** y se localizan de manera puntual, donde existe mayor susceptibilidad a procesos erosivos y deslizamientos superficiales. Las pendientes **escarpadas (60–80%)** son mínimas, con una superficie de **0.0073 ha (0.75%)**, mientras que no se registran áreas planas (0–1%) ni muy escarpadas (>80%). El área de estudio presenta una **pendiente mínima de 1.52%**, una **pendiente máxima de 64.47%** y una **pendiente media de 27.92%**. La amplitud en los valores de pendiente evidencia la presencia de zonas relativamente estables intercaladas con sectores de mayor inclinación, donde pueden incrementarse los procesos de escurrimiento superficial y erosión. La distribución completa de pendientes se resume en la siguientes tablas y figura:

Tabla 15. Clasificación de la pendiente del terreno del AP.

Pendiente (%)	Definición	Superficie (ha)	Porcentaje
0-1	Plano	0	0%
1 – 20	Relativamente plano	0.2627	26.95%
20 – 40	Medio	0.5446	55.86%
40 – 60	Fuerte	0.1603	16.44%
60 – 80	Escarpado	0.0073	0.75%
> 80	Muy escarpado	0	0%
Total		**0.9749**	**100.00%**

Tabla 16. Pendiente mínima, máxima y media del AP.

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Pendiente media
1.52%	64.47%	27.92%

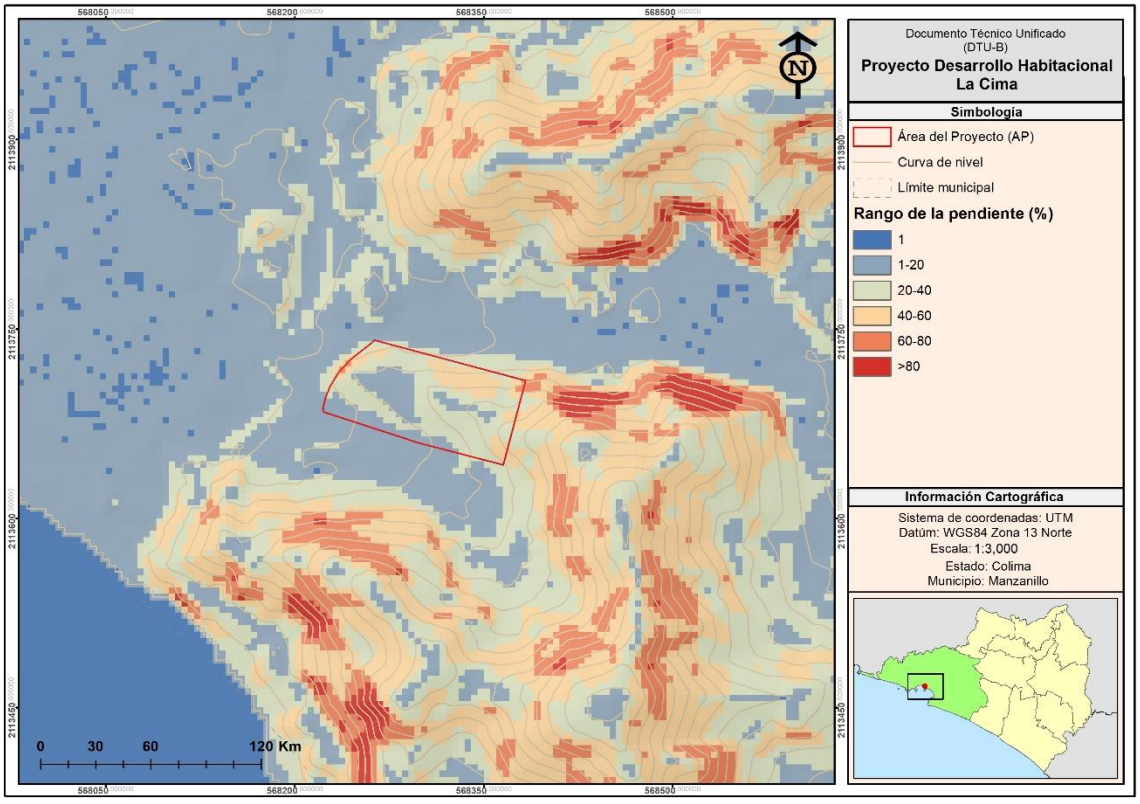


Figura 29. Mapa de pendientes del terreno del AP.

IV.2.1.1.2.4 Orientación del terreno

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.

En el SA, derivado del Modelo de Elevación Digital con resolución de 15 metros, el análisis de la orientación de laderas en el área de estudio muestra una distribución relativamente equilibrada, con un ligero predominio de exposiciones hacia los cuadrantes **sur y suroeste**. las orientaciones **suroeste (15.83%)**, **sur (15.16%)** y **sureste (15.05%)** concentran la mayor proporción de superficie, lo que implica una **mayor incidencia solar** y condiciones potencialmente más secas en estas laderas. las exposiciones **este (10.39%)**, **oeste (12.74%)** y **noroeste (10.02%)** presentan valores intermedios, mientras que las orientaciones **norte (7.96%)** y **noreste (8.60%)** son relativamente menores y se asocian a ambientes con **mayor humedad relativa** y menor radiación solar directa. las superficies **cenitales** representan **4.27%** del total y corresponden a áreas con pendiente muy baja o nula. La distribución completa se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 17. Orientación del terreno del SA.

Orientación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cenital	364.15	4.27%
Norte	678.39	7.96%
Noreste	733.14	8.60%
Este	885.67	10.39%
Sureste	1,283.38	15.05%
Sur	1,292.55	15.16%
Suroeste	1,349.85	15.83%
Oeste	1,085.99	12.74%
Noroeste	854.16	10.02%
Total	**8,527.28**	**100.00%**

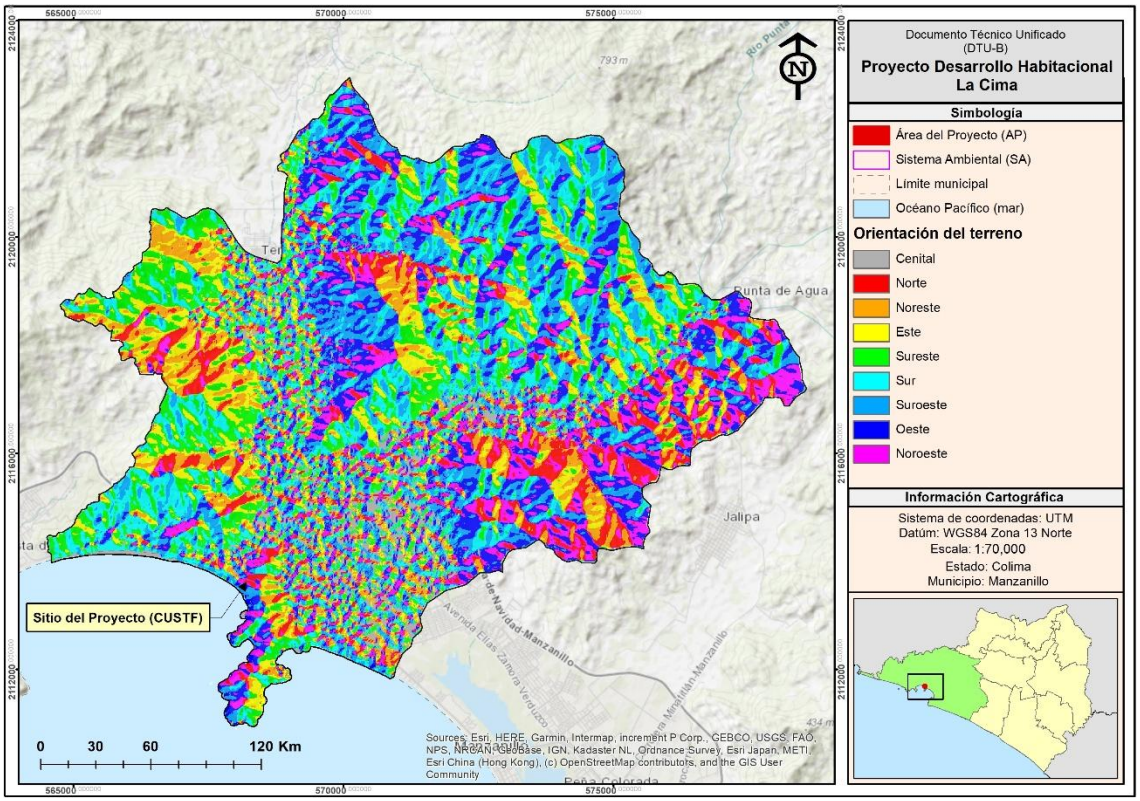


Figura 30. Mapa de orientación del terreno del SA.

En el Área del Proyecto la orientación de laderas muestra un claro predominio de exposiciones hacia el **suroeste** y el **norte**, las cuales abarcan **0.3595 ha (36.88%)** y **0.3570 ha (36.62%)** de la superficie total, respectivamente, en menor proporción se presentan laderas con orientación **oeste**, que representan **0.1574 ha (16.15%)**, y **noroeste**, con **0.0784 ha (8.04%)**. las orientaciones **noreste** y **sur** son marginales, con **1.30%** y **1.02%**, respectivamente, mientras que no se registran exposiciones **cenitales**, **este** ni **sureste**. En conjunto, esta distribución indica una mayor presencia de laderas con exposición norte y suroeste, lo cual influye en la incidencia solar, la humedad del suelo y la dinámica de la vegetación. Cada una de las orientaciones del terreno se presentan en la tabla y figura siguientes:

Tabla 18. orientación del terreno del AP.

Orientación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cenital	0	0%
Norte	0.3570	36.62%
Noreste	0.0127	1.30%
Este	0	0%
Sureste	0	0%
Sur	0.0099	1.02%
Suroeste	0.3595	36.88%
Oeste	0.1574	16.15%
Noroeste	0.0784	8.04%
Total	**0.9749**	**100.00%**

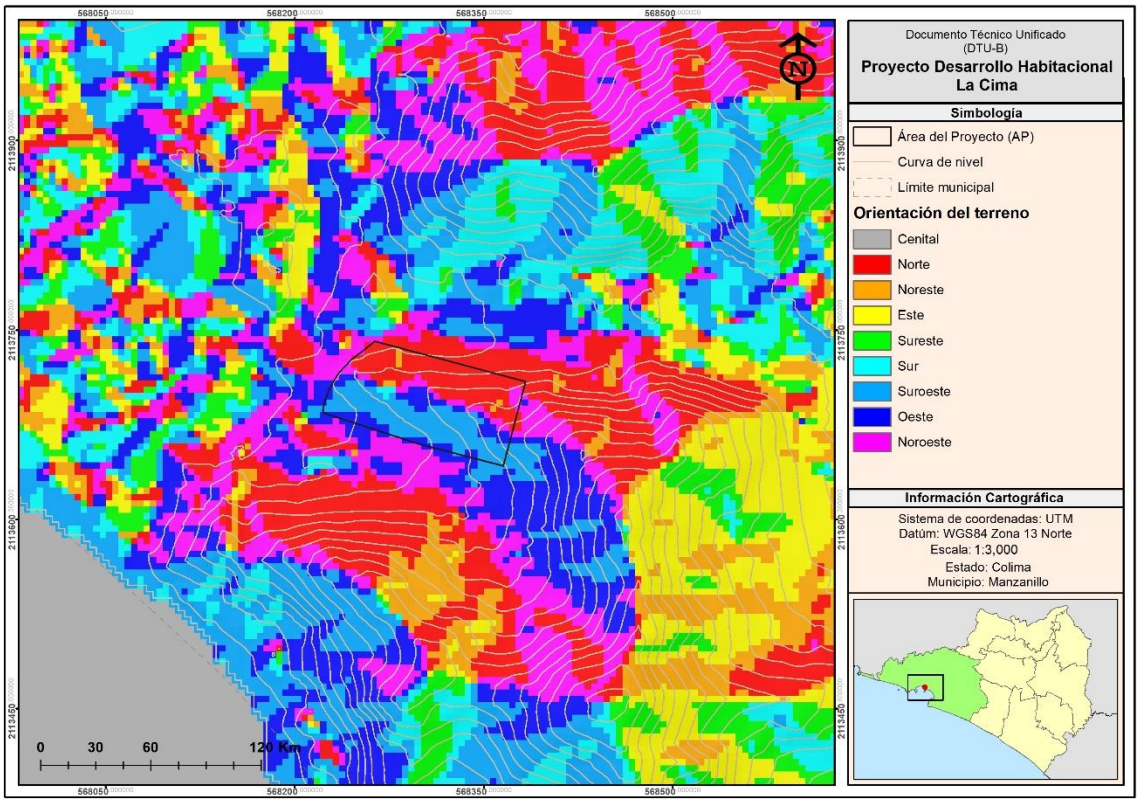


Figura 31. Mapa de orientación del terreno del AP.

IV.2.1.1.2.5 Topoformas

El Sistema de Topoformas corresponde al conjunto de formas que presenta el terreno y que se encuentran asociadas entre sí mediante patrones estructurales o degradativos, otorgando una mayor uniformidad paisajística respecto a la unidad geomorfológica que las integra. Conforme a la clasificación establecida por el INEGI, las topoformas se definen a partir de criterios como elevación, aspecto, componentes, origen, tipo de material, ubicación, asociaciones y fases del relieve (INEGI, 2016)[44].

El **SA**, con base a la capa "Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas, escala 1:1 000 000" del INEGI (2014)[45], se encuentra conformado principalmente por dos grandes unidades de topoforma. La **sierra alta compleja** constituye la unidad dominante, con una superficie de **4,913.90 ha**, caracterizada por relieves elevados, pendientes variables y una geomorfología accidentada que condiciona el escurrimiento superficial, la estabilidad de laderas y el desarrollo de suelos generalmente someros. En segundo término, la **llanura costera con lagunas costeras** abarca una superficie de **3,577.94 ha**, asociada a relieves bajos y planos, donde predominan procesos de acumulación sedimentaria, mayor influencia hidrológica y presencia de ambientes lagunares y costeros. De manera marginal, los **cuerpos de agua** ocupan **35.44 ha**, distribuidos de forma puntual dentro del área total de **8,527.28 ha**. En conjunto, la distribución de topoformas refleja un

[44] INEGI. (2016). Conjunto de Datos Vectoriales de Topografía, Escala 1:250 000. Diccionario de datos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
[45] INEGI (2014). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional, Serie I. Sistema de topoformas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

territorio contrastante entre zonas serranas y planicies costeras. Lo anterior se presenta en la tabla y figura siguientes:

Tabla 19. Sistema de topoformas en el SA.

Topoforma	Superficie (ha)	Superficie (%)
Llanura costera con lagunas costeras	3,577.94	3577.94
Sierra alta compleja	4,913.90	4913.90
Cuerpo de agua	35.44	35.44
Total	**8,527.28**	**100.00%**

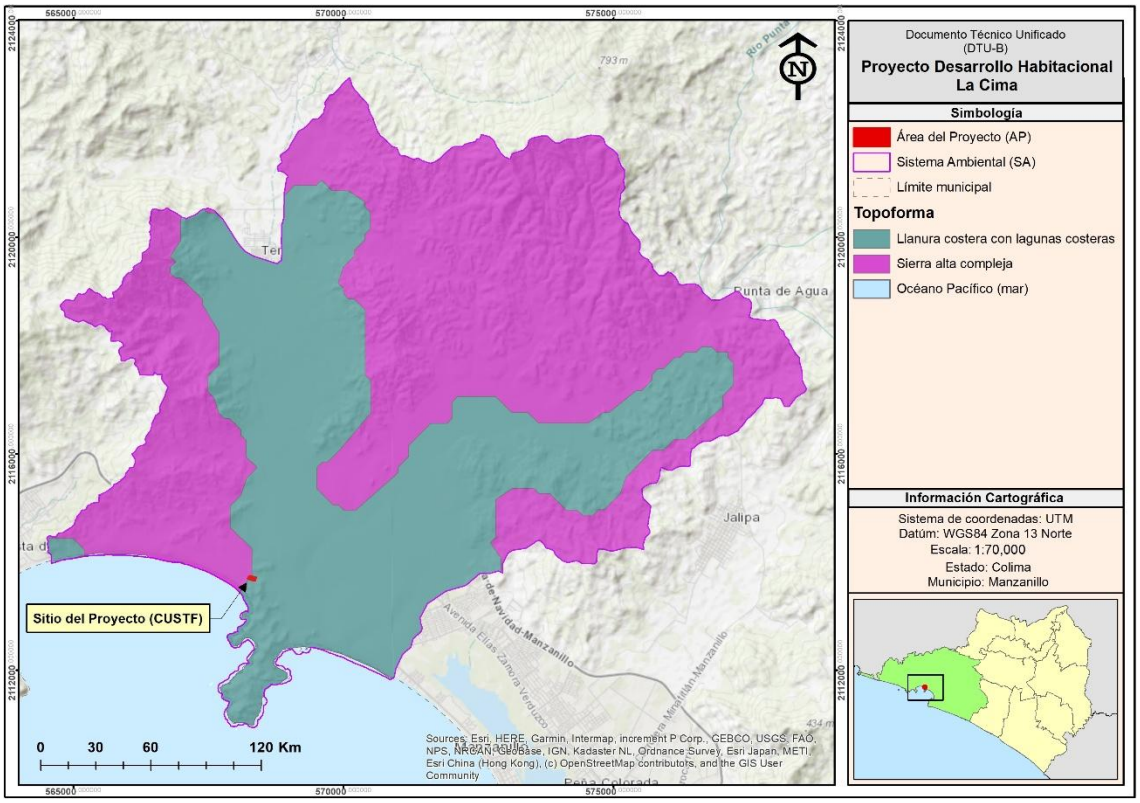


Figura 32. Sistema de topoformas en el SA.

De acuerdo con la clasificación de topoformas del INEGI, En el Área del Proyecto (AP) predominan las topoformas asociadas a la **llanura costera con lagunas costeras**, las cuales abarcan **0.7217 ha**, equivalentes al **74.03%** de la superficie total, caracterizándose por relieves bajos y planos, con influencia directa de procesos hidrológicos y sedimentarios costeros. En menor proporción se presenta la **sierra alta compleja**, con **0.2532 ha (25.97%)**, correspondiente a zonas de relieve más accidentado y pendientes moderadas, donde predominan procesos de escurrimiento superficial y erosión. En conjunto, la distribución de topoformas en el AP refleja un contraste geomorfológico entre áreas de acumulación y sectores estructuralmente más elevados, como se presenta en la información siguiente:

Tabla 20. Sistema de topoformas en el AP.

Topoforma	Superficie (ha)	Superficie (%)
Llanura costera con lagunas costeras	0.7217	74.03%
Sierra alta compleja	0.2532	25.97%
Total	**0.9749**	**100.00%**

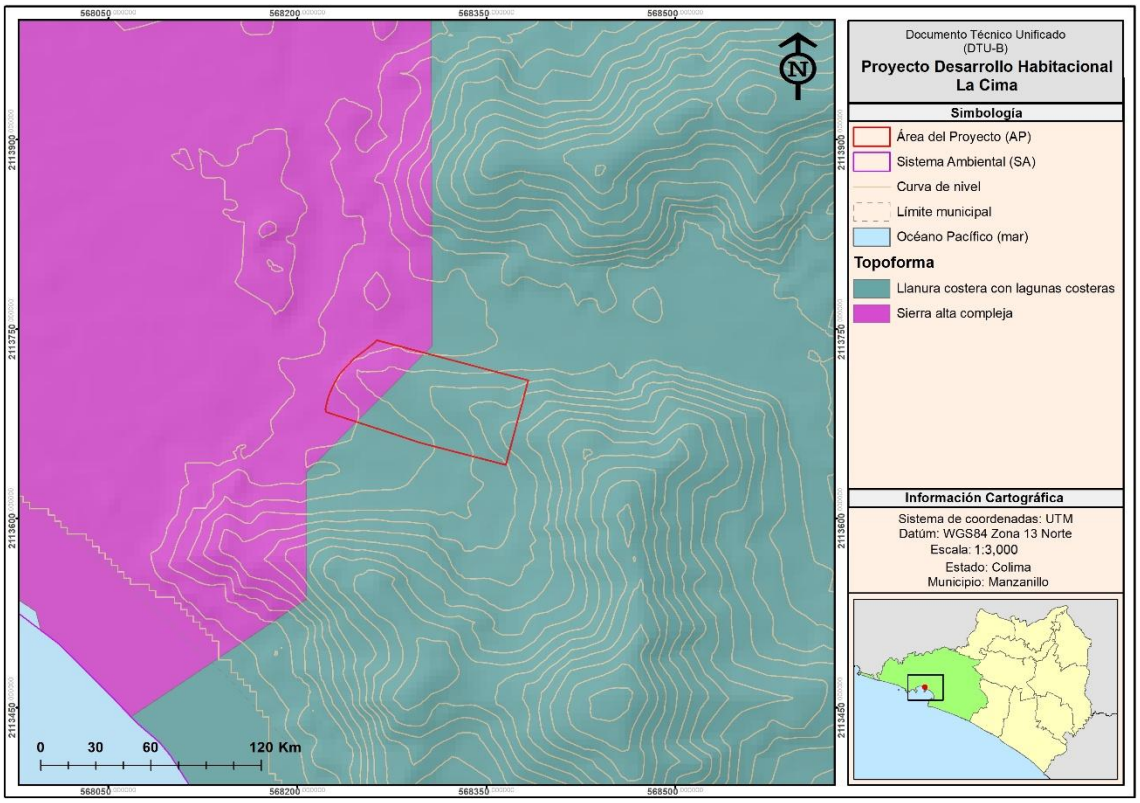


Figura 33. Sistema de topoformas en el AP.

IV.2.1.1.2.6 fisiografía

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)[46], 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. La **subprovincia** fisiográfica se integra por geoformas 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.

Con base a las capas “Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, Continuo Nacional serie I, Provincias fisiográficas”[47] y “Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, Continuo Nacional serie I, Subprovincias

[46] Quiñones, A. (1987). Clasificación fisiográfica del relieve de México. Dirección General de Geografía, INEGI.
[47] INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Serie I. Provincias fisiográficas [Capa vectorial]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

fisiográficas"[48], ambas, escala 1: 1,000,000, elaboradas por el INEGI. El Sistema Ambiental y Área del Proyecto se ubican dentro de una sola provincia fisiográfica que determina gran parte de sus características geológicas, geomorfológicas y ambientales. La provincia se identifica como **Sierra madre del sur**, caracterizada por relieves montañosos complejos y una geología dominada por rocas ígneas y metamórficas. Se extiende de manera continua desde el sur de Jalisco y Colima, atravesando Michoacán, Guerrero y Oaxaca, hasta el oriente de Chiapas, paralela a la costa del océano Pacífico. Del mismo modo, ambas áreas de estudio forman parte de la subprovincia **Sierras de la costa de Jalisco y Colima**, la cual se caracteriza por un relieve montañoso accidentado, con altitudes que varían desde los 200 hasta más de 2,000 msnm, formado por una sucesión de sierras alineadas en sentido noroeste-sureste y separadas por valles estrechos y planicies aluviales. No obstante, el **0.42% (35.44 ha)** de la superficie se clasifica como cuerpo de agua.

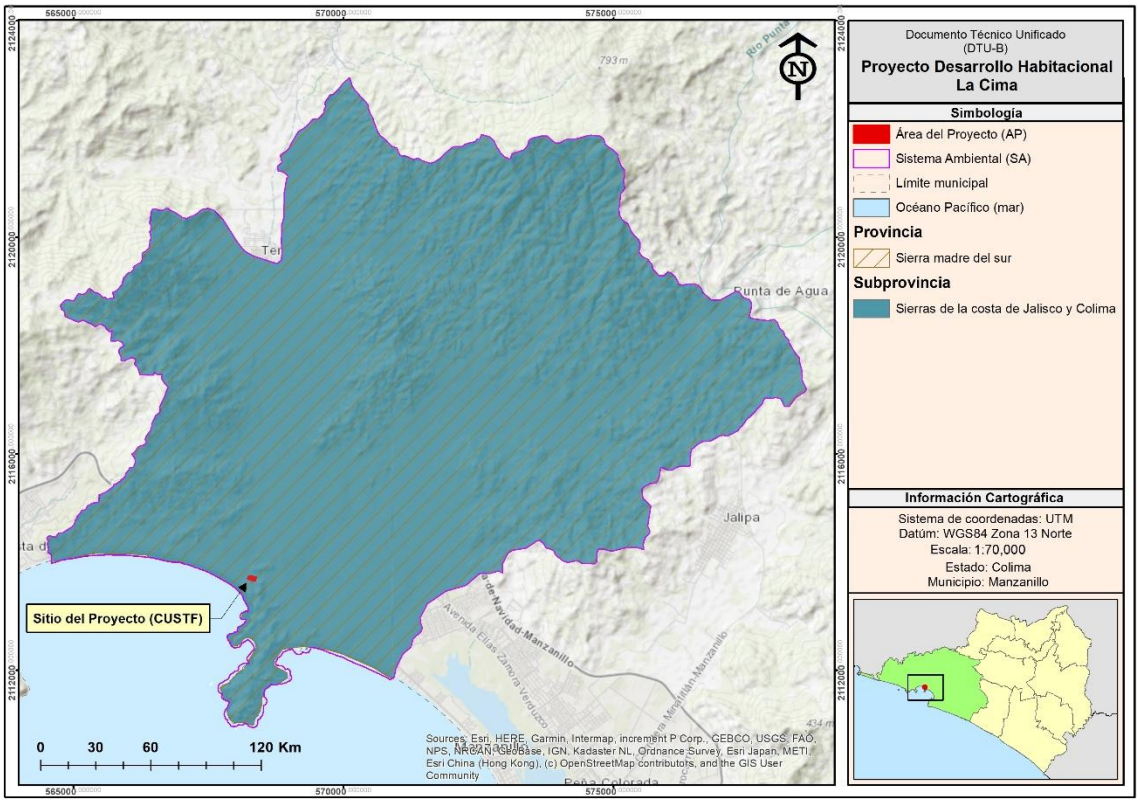


Figura 34. Provincia y subprovincia fisiográfica en el SA y AP.

Provincia Sierra madre del sur

La Sierra Madre del Sur es una provincia fisiográfica del sur de México, caracterizada por relieves montañosos complejos y una geología dominada por rocas ígneas y metamórficas. Se extiende de manera continua desde el sur de Jalisco y Colima, atravesando Michoacán, Guerrero y Oaxaca, hasta el oriente de Chiapas, paralela a la costa del océano Pacífico.

Desde el punto de vista geológico, la Sierra Madre del Sur está conformada principalmente por rocas ígneas intrusivas y extrusivas, así como rocas metamórficas, con edades que abarcan desde el Mesozoico hasta el Cenozoico, producto de procesos tectónicos y magmáticos asociados a la subducción de la placa de Cocos.

[48] INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Serie I. Subprovincias fisiográficas [Capa vectorial]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Geomorfológicamente, presenta sierras plegadas, valles intermontanos y cañadas profundas, con pendientes fuertes y elevada disección del relieve.

En el ámbito ambiental, esta provincia fisiográfica influye de manera directa en la distribución del clima, la hidrología y la vegetación, generando una alta diversidad de ecosistemas. En áreas costeras y de menor altitud, como en el occidente de México, la Sierra Madre del Sur transiciona hacia llanuras aluviales y sistemas costeros.

Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima

Las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima constituyen una subprovincia fisiográfica perteneciente a la Sierra Madre del Sur, localizada en la porción occidental del territorio mexicano, a lo largo del litoral del Pacífico. Esta unidad se caracteriza por un relieve montañoso accidentado, con altitudes que varían desde los 200 hasta más de 2,000 msnm, formado por una sucesión de sierras alineadas en sentido noroeste-sureste y separadas por valles estrechos y planicies aluviales.

Geológicamente, la región está compuesta principalmente por rocas ígneas intrusivas y extrusivas de edades Mesozoicas y Cenozoicas, destacando la presencia de andesitas, basaltos, granodioritas y dioritas, originadas por la actividad magmática vinculada al Eje Neovolcánico y al Complejo Volcánico de Colima. Estas formaciones han dado lugar a una morfología irregular, con fuertes pendientes, cañadas y colinas de laderas pronunciadas.
Climáticamente, las sierras costeras actúan como una barrera orográfica que influye en la distribución de las lluvias, generando mayor humedad en las laderas expuestas al suroeste y condiciones más secas hacia el interior. Esta variación topográfica y climática favorece una notable diversidad biológica, con ecosistemas que van desde selvas bajas caducifolias hasta bosques de pino-encino en las partes altas.

En el contexto ambiental, las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima representan una zona de alta importancia ecológica y geológica, donde predominan relieves montañosos con procesos activos de erosión y escurrimiento superficial.

IV.2.1.1.2.7 Fallas y fracturas

La presencia de fallas y fracturamiento constituye un elemento fundamental para comprender la dinámica estructural y la estabilidad geológica del Área del Proyecto y Sistema Ambiental. Estas discontinuidades en el macizo rocoso resultan de esfuerzos tectónicos pasados y presentes, y su distribución, orientación y magnitud influyen directamente en procesos como la infiltración de agua, la erosión, la estabilidad de laderas y el comportamiento geomecánico del terreno. El análisis de fallas y fracturas permite identificar zonas potencialmente inestables o susceptibles a deformaciones, así como entender la evolución geológica regional. Por ello, su caracterización es esencial para evaluar adecuadamente los riesgos geológicos y orientar las decisiones de manejo y planeación del sitio.

La zona del Sistema Ambiental se encuentra influenciada por **una fractura** distribuida a lo largo de la superficie en la parte noroeste. Esta estructura corresponde a planos de ruptura en la roca, pero **sin evidencia de desplazamiento** entre los bloques, a diferencia de las fallas. La disposición de esta discontinuidad estructural puede observarse en la figura siguiente:

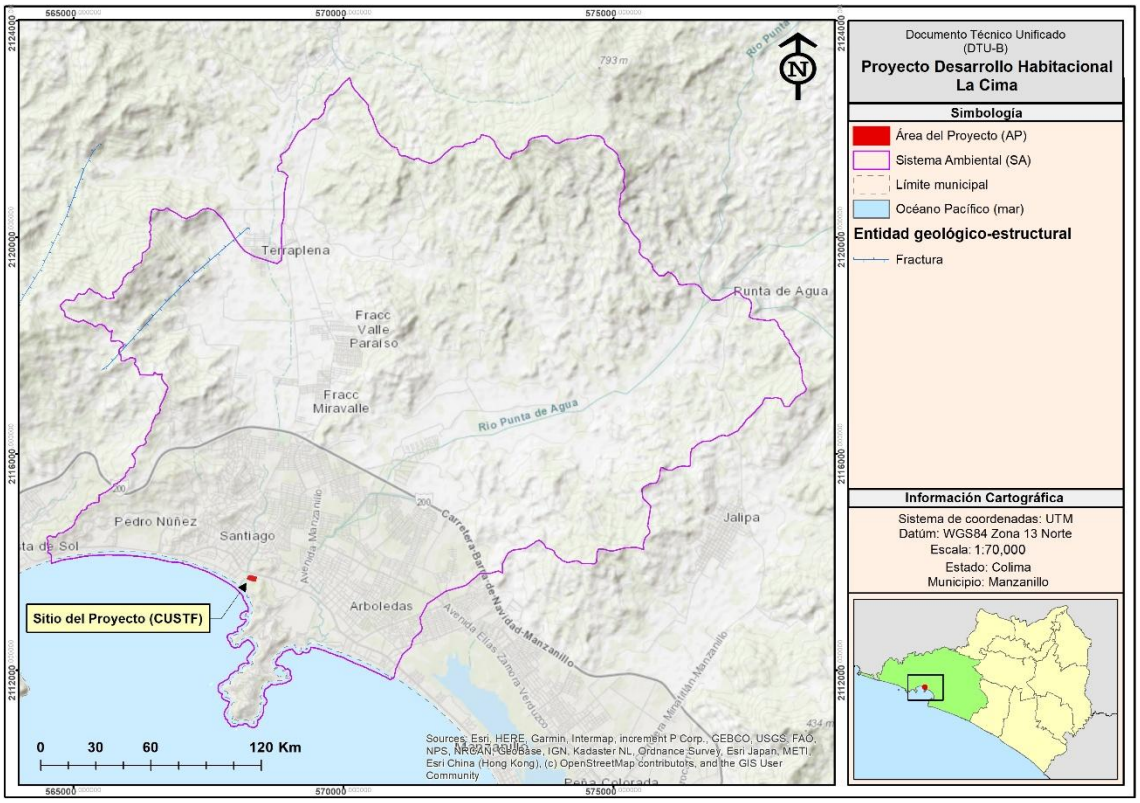


Figura 35. Entidades geológico-estructural en el SA.

Por su parte, con base a la carta geológico-minero Cihuatlán E13-B4 del estado de Colima, escala 1:50,000 elaborada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2015), en el Área del Proyecto se identifica la influencia de **una fractura medida de 60°**. Corresponde a una discontinuidad estructural en la roca con un buzamiento de 60 grados, lo que indica una inclinación pronunciada de la superficie de fractura respecto a la horizontal. Este tipo de fracturas suele asociarse a esfuerzos tectónicos compresivos o tensionales y puede influir de manera significativa en la estabilidad del macizo rocoso, al facilitar planos potenciales de deslizamiento cuando se combinan con pendientes elevadas. Desde el punto de vista hidrogeológico, una fractura con este ángulo puede incrementar la permeabilidad secundaria, favoreciendo la infiltración y el flujo preferencial de agua. Lo anterior se observa en la figura de a continuación:

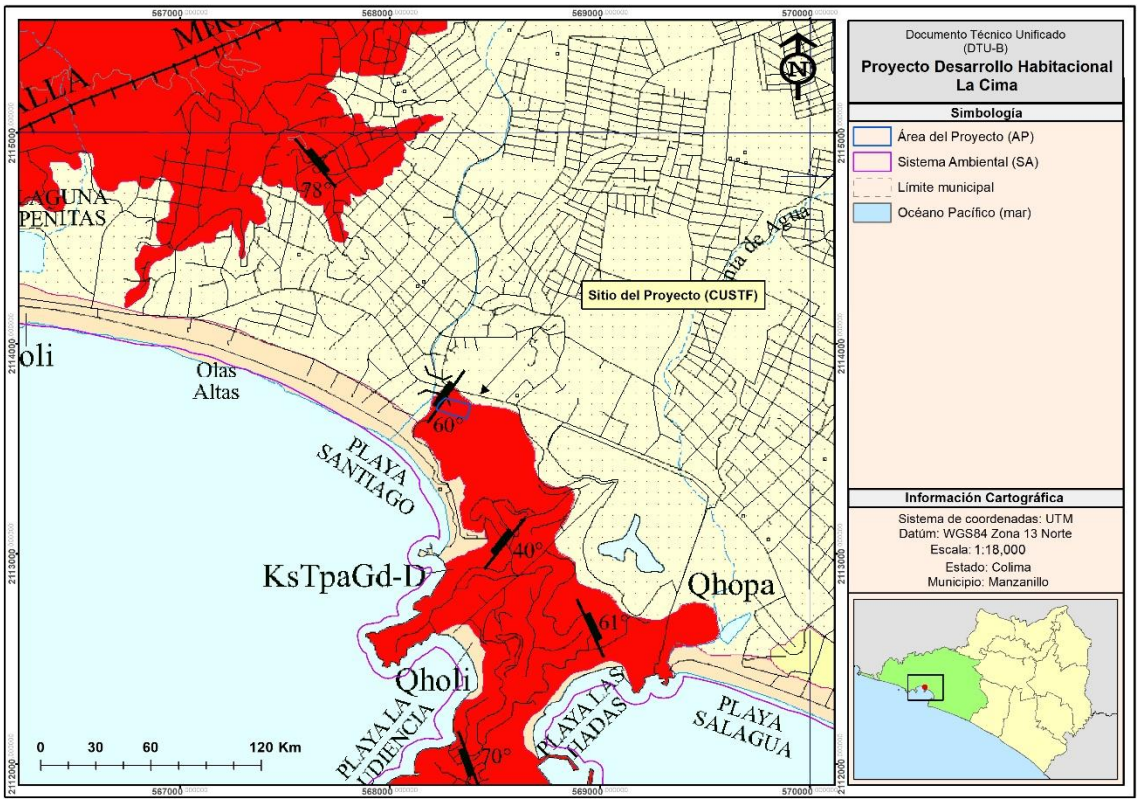


Figura 36. Entidades geológico-estructural en el AP.

IV.2.1.1.2.8 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)[49].

De acuerdo con la información anterior se obtuvo la siguiente figura, la cual representa la regionalización sísmica propuesta por la CFE[50], el Sistema Ambiental y Área del Proyecto se ubican en su totalidad dentro del estado de Colima, en el municipio de Manzanillo, tal porción del estado se clasifica como una zona **"D"**, a lo que se concluye que el riesgo que se tiene es **"Alto"**, donde se registran grandes sismos frecuentemente, son zonas afectadas por grandes sismos los cuales son frecuentes, con una aceleración del terreno >70% de la gravedad.

[49] Nava, F. A. (1987). Sismicidad y tectónica de placas en México. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.
[50] Comisión Federal de Electricidad (CFE). (s.f.). Regionalización sísmica de México. Comisión Federal de Electricidad

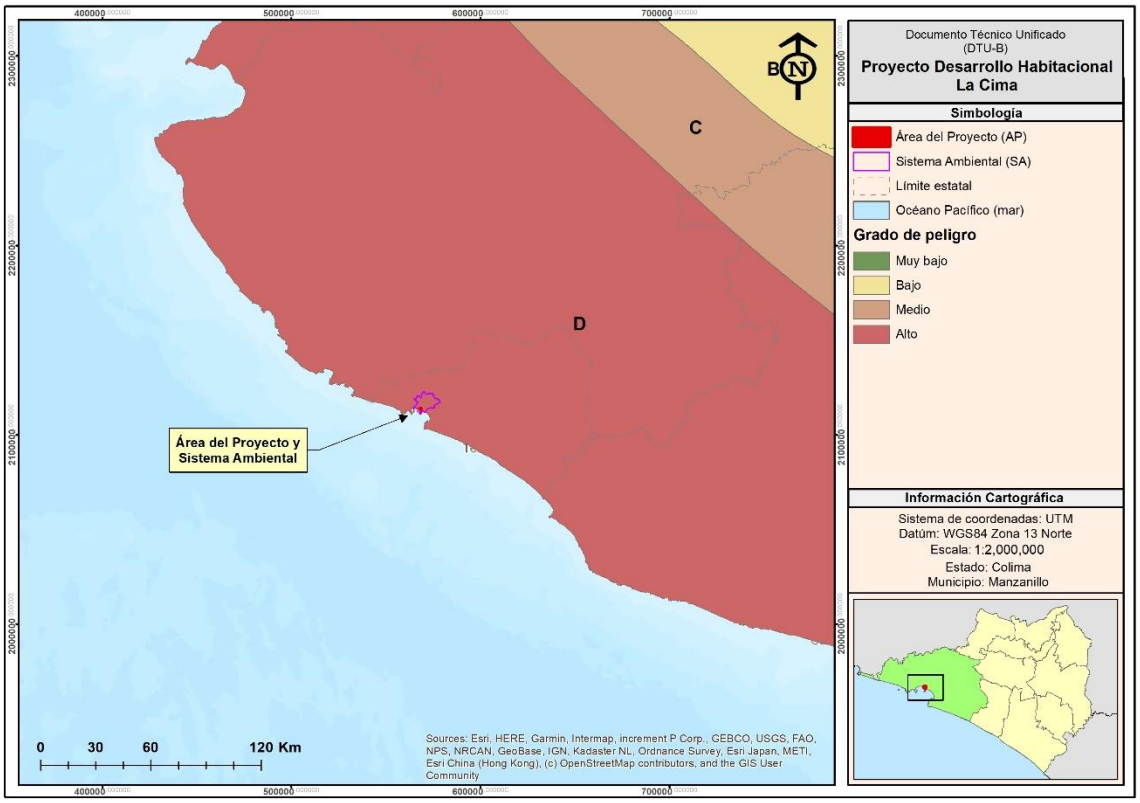


Figura 37. Regionalización sísmica nacional CFE en relación con el SA y AP.

IV.2.1.1.2.9 Deslizamientos laderas y hundimientos

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 SA y el AP **no se sitúan** sobre un área susceptible a deslizamiento de laderas como se muestra en la figura posterior, de acuerdo a la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[51].

[51] Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s.f.). Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad a deslizamientos de ladera. CENAPRED.

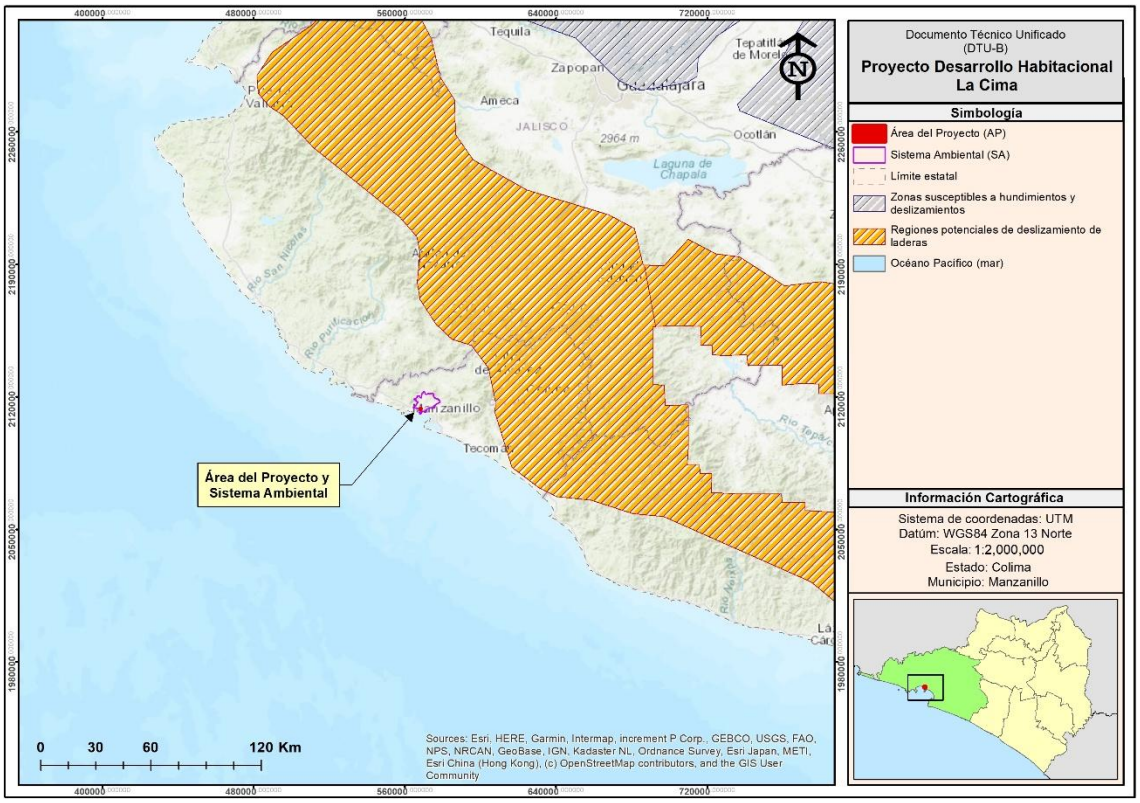


Figura 38. Regiones potenciales del deslizamiento de laderas y hundimientos en relación con el SA y AP.

IV.2.1.1.2.10 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) 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.

De acuerdo con la metodología y cartografía generada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)[52], la vulnerabilidad por inundación se determina a partir de la interacción entre la susceptibilidad física del territorio, las características hidrometeorológicas, la pendiente del terreno, la proximidad a cauces o zonas bajas, así como la exposición de los elementos presentes en el área, como infraestructura o superficies susceptibles a daños. Esta clasificación permite estimar el grado en que un territorio puede verse afectado ante la ocurrencia de eventos de inundación, identificando así zonas con mayor o menor probabilidad de sufrir daños.

Mediante el análisis del mapa de índice de peligro por inundación a nivel municipal, se identificó que en la superficie del SA y AP predominan condiciones de vulnerabilidad **media**, relacionada con zonas donde las

[52] Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2020). Atlas Nacional de Riesgos: Susceptibilidad y vulnerabilidad por inundaciones. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

condiciones topográficas y de escurrimiento pueden favorecer acumulaciones moderadas de agua bajo eventos de precipitación intensa.

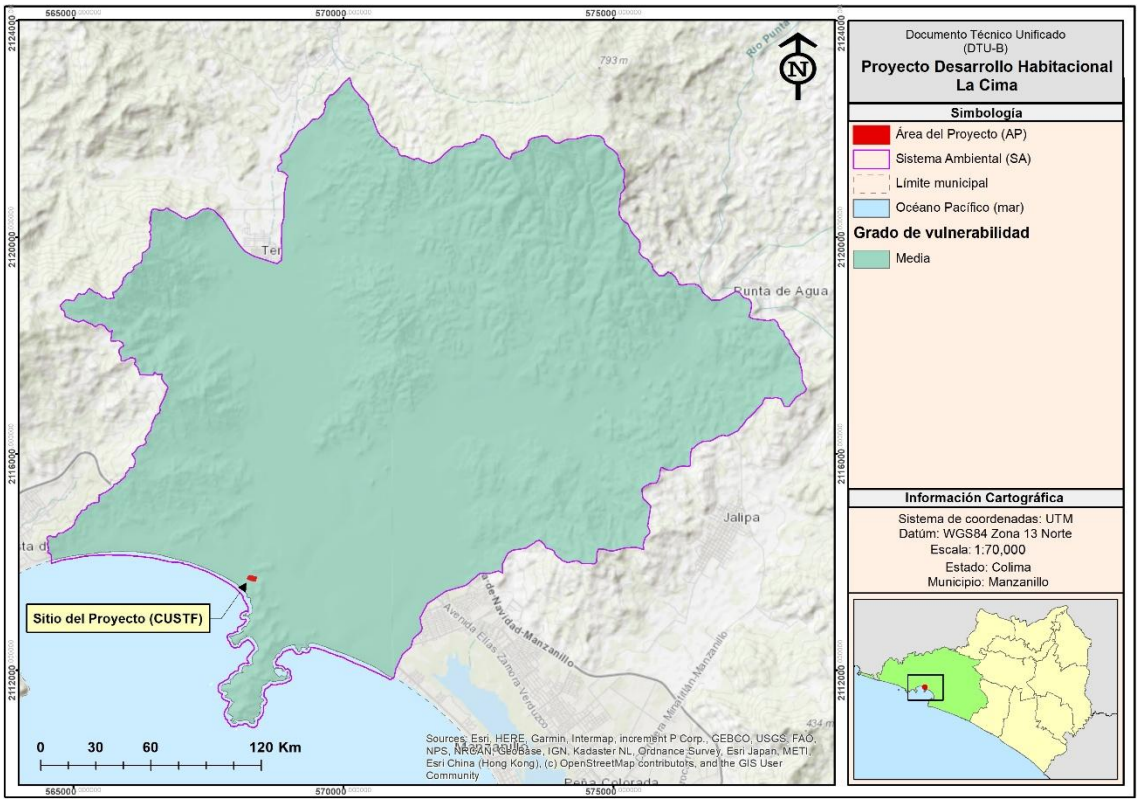


Figura 39. Vulnerabilidad por inundación en el SA y AP.

IV.2.1.1.3 Suelo

La edafología es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

IV.2.1.1.3.1 Tipo de suelo

Para el presente proyecto se empleó el sistema para la clasificación de suelos del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos, Serie II, escala 1:250 000, elaborado por el INEGI[53]. La cartografía edáfica de INEGI integra información actualizada sobre los diferentes grupos de suelos presentes en el territorio mexicano. Su clasificación se basa en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (World Reference Base for Soil Resources, WRB), Reporte No. 84, desarrollada por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), el Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)[54], y posteriormente adaptada por INEGI a las condiciones ambientales específicas de México.

[53] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos. Serie II. Escala 1:250,000. INEGI

[54] FAO; ISRIC; & SICS. (1998). World Reference Base for Soil Resources (World Soil Resources Reports No. 84). FAO

A partir de esta información se identificó que, en el Sistema Ambiental, se caracteriza por el predominio del suelo **regosol (RG)**, el cual ocupa **5,776.32 ha (67.74%)**, asociado a materiales poco evolucionados, de textura variable y alta susceptibilidad a procesos de erosión, particularmente en zonas con pendiente. En segundo término, el **fluvisol (FL)** abarca **2,402.23 ha (28.17%)** y se distribuye principalmente en áreas aluviales, con suelos jóvenes, profundos y de mayor fertilidad, aunque sujetos a inundación periódica. De manera marginal se presentan **phaeozem (PH)** con **68.04 ha (0.80%)**, caracterizados por mayor contenido de materia orgánica y mejor aptitud productiva, así como **solonchak (SC)** con **0.53 ha (0.01%)**, asociados a condiciones de salinidad. Las **zonas urbanizadas (ZU)** representan **2.45%** del área, mientras que los **cuerpos de agua (H2O)** ocupan **0.84%**. En conjunto, la distribución edáfica refleja un territorio dominado por suelos jóvenes y poco desarrollados.

Tabla 21. Suelo dominante en el SA.

Clave	Suelo	Superficie (ha)	Porcentaje
FL	Fluvisol	2,402.23	28.17%
PH	Phaeozem	68.04	0.80%
RG	Regosol	5,776.32	67.74%
SC	Solonchak	0.53	0.01%
ZU	Zona urbanizada	208.92	2.45%
H2O	Cuerpo de agua	71.24	0.84%
Total		**8,527.28**	**100.00%**

Bajo este sistema, en el SA se presentan los siguientes **tipos de suelo y sus asociaciones**, los cuales se describen a continuación:

Fluvisol (FL)
Suelos jóvenes, formados a partir de depósitos aluviales recientes en planicies de inundación, márgenes de ríos y zonas bajas. Presentan estratificación y textura variable, generalmente profunda, con fertilidad natural media a alta. Su dinámica está fuertemente influida por procesos fluviales. Limitantes principales: riesgo de inundación, variabilidad textural y posible inestabilidad del terreno. Subunidades mencionadas:

- Éutrico (eu): alta saturación de bases y fertilidad relativamente elevada.

Regosol (RG)
Suelos muy jóvenes, con escaso o nulo desarrollo de horizontes, formados sobre materiales no consolidados o en zonas con procesos erosivos activos. Suelen presentar textura gruesa, baja estabilidad estructural y limitada retención de agua y nutrientes. Son ampliamente dominantes en el área de estudio. Limitantes principales: alta susceptibilidad a la erosión, baja capacidad de retención hídrica y fertilidad variable. Subunidades mencionadas:

- Éutrico (eu): fertilidad moderada, alta saturación de bases.
- Endoléptico (len): presencia de material duro o pedregoso a cierta profundidad.
- Epiléptico (lep): contacto lítico relativamente somero.
- Esquelético (sk): abundancia de fragmentos gruesos (grava y piedras).
- Sódico (so): elevado contenido de sodio intercambiable, que afecta la estructura del suelo.

Cambisol (CM)
Suelos moderadamente desarrollados, con incipiente diferenciación de horizontes, que representan una etapa intermedia entre suelos jóvenes y más evolucionados. Se asocian a relieves estables y materiales parentales

diversos. Limitantes principales: profundidad variable y susceptibilidad a erosión en pendientes. Subunidades mencionadas:

- Éutrico (eu): buena saturación de bases y fertilidad media.

Leptosol (LP)

Suelos muy someros, con roca continua o material consolidado a poca profundidad. Son comunes en zonas montañosas o de fuerte pendiente, con baja capacidad de retención de agua y escaso desarrollo del perfil. Limitantes principales: muy baja profundidad efectiva, pedregosidad y alta erosión. Subunidades mencionadas:

- Lítico (li): contacto directo con roca dura a poca profundidad.
- Éutrico (eu): fertilidad relativamente alta.
- Mólico (mo): horizonte superficial oscuro con mayor contenido de materia orgánica.

Phaeozem (PH)

Suelos bien desarrollados, con horizonte superficial oscuro, alto contenido de materia orgánica y buena estructura, lo que les confiere alta fertilidad natural. Se desarrollan bajo climas subhúmedos y son aptos para usos agrícolas y forestales, bajo manejo adecuado. Limitantes principales: pueden presentar restricciones locales por salinidad, sodicidad o pedregosidad. Subunidades mencionadas:

- Háplico (ha): perfil típico, sin rasgos diagnósticos adicionales.
- Endoléptico (len): presencia de fragmentos gruesos o material duro en profundidad.
- Sódico (so): alto contenido de sodio intercambiable.
- Sálico (sa): acumulación de sales solubles.

Solonchak (SC)

Suelos afectados por altas concentraciones de sales solubles, generalmente asociados a ambientes costeros, zonas bajas o con drenaje deficiente. Presentan muy baja aptitud agrícola sin manejo especializado. Limitantes principales: salinidad, toxicidad iónica y baja productividad. Subunidades mencionadas:

- Gléyico (gl): saturación temporal o permanente de agua.
- Sódico (so): alto contenido de sodio intercambiable.

Tabla 22. Unidades edafológicas en el SA.

Clave	Suelo dominante	calificador 1	calificador 2	Suelo secundario	calificador 1	calificador 2	Suelo terciario	calificador 1	Textura	Superficie (ha)	Porcentaje
FLeu+PHha/1	Fluvisol	eútrico		Phaeozem	háplico				Gruesa	2,402.23	28.17%
PHsowszw/2	Phaeozem	sódico	sálico						Media	68.04	0.80%
RGeu+CMeu/1	Regosol	eútrico		Cambisol	eútrico				Gruesa	187.53	2.20%
RGeu+PHha/1	Regosol	eútrico		Phaeozem	háplico				Gruesa	340.99	4.00%
RGeulen/1	Regosol	eútrico	endoléptico						Gruesa	188.87	2.21%
RGeulen+CMeulen+PHlen/1	Regosol	eútrico	endoléptico	Cambisol	eútrico	endoléptico	Phaeozem	endoléptico	Gruesa	83.53	0.98%
RGeulen+LPeuli/1	Regosol	eútrico	endoléptico	Leptosol	eútrico	lítico			Gruesa	926.48	10.86%
RGeulep+LPeuli/1	Regosol	eútrico	epiléptico	Leptosol	eútrico	lítico			Gruesa	32.44	0.38%
RGeulep+LPeuli+LPmo/1	Regosol	eútrico	epiléptico	Leptosol	eútrico	lítico	Leptosol	mólico	Gruesa	248.32	2.91%
RGeulep+LPli+LPmo/1	Regosol	eútrico	epiléptico	Leptosol	lítico		Leptosol	mólico	Gruesa	189.22	2.22%
RGeusk+RGsow+PHlen/1	Regosol	eútrico	esquelético	Regosol	sódico		Phaeozem	endoléptico	Gruesa	3,578.94	41.97%
SCglso+RGso/1	Solonchak	gléyico	sódico	Regosol	sódico				Gruesa	0.53	0.01%
ZU	Zona urbanizada									208.92	2.45%
H2O	Cuerpo de agua									71.24	0.84%
Total										**8,527.28**	**100.00%**

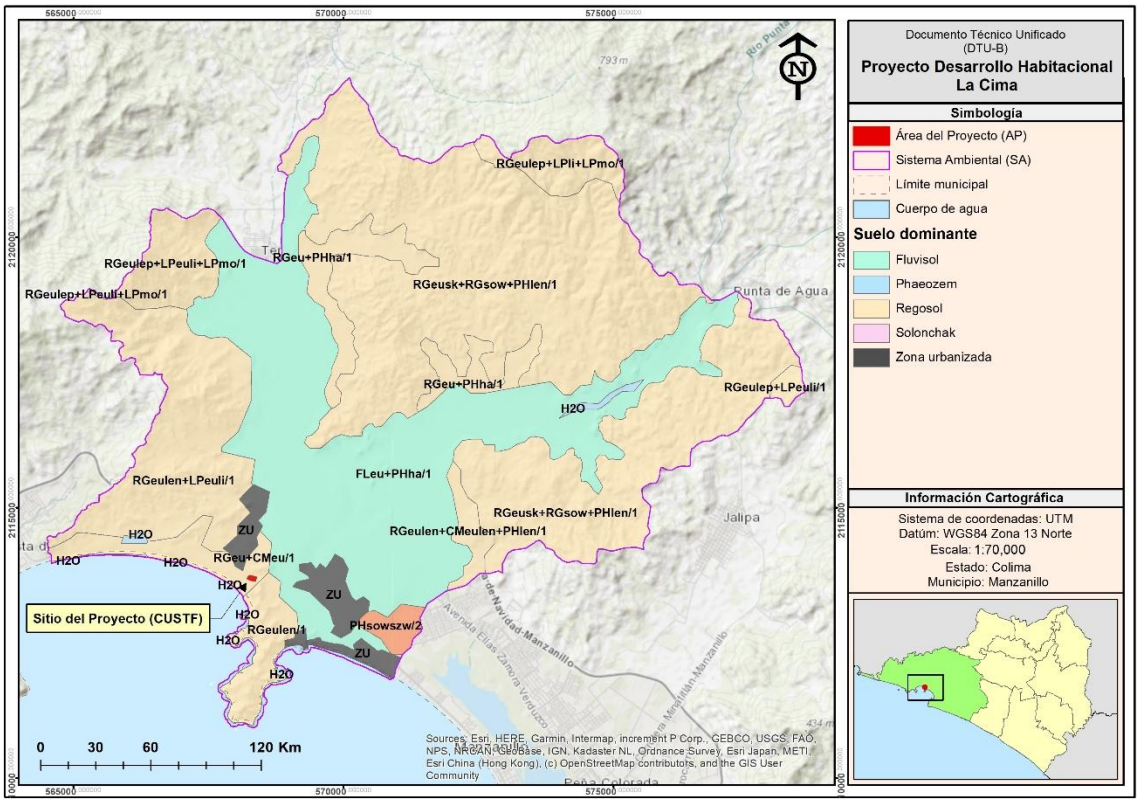


Figura 40. Tipo de suelo en el SA.

Para la descripción y análisis de los tipos de suelo existentes, se empleó la información contenida en la "carta edafológica Cihuatlán E13B42, escala 1:50 000", elaborada por Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)[55]; dicha carta muestra que para el sitio del proyecto la unidad edafológica corresponde a **Re/1 (100.00%)**, se trata de **Regosol eútrico** con una textura **gruesa**.

Tabla No.V.1. Suelo presente en el área del proyecto.

Clave	Suelo dominante	Calificador 1	Textura	Superficie (ha)	Porcentaje
Re/1	Regosol	eútrico	Gruesa	0.9749	100.00%

El Regosol eútrico corresponde a un suelo joven, con escaso desarrollo de horizontes, formado a partir de materiales no consolidados o en áreas con procesos geomorfológicos activos. Presenta textura generalmente gruesa, estructura poco desarrollada y baja capacidad de retención de agua, aunque la condición eútrica indica una alta saturación de bases, lo que le confiere fertilidad química moderada en comparación con otros Regosoles. Se distribuye comúnmente en laderas, piedemontes y zonas con relieve irregular, donde la dinámica erosiva limita la evolución del perfil edáfico.

[55] Carta Edafológica, escala 1:50 000, Cihuatlán E13-B42. Serie I. Aguascalientes, México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.



Figura 41. Tipo de suelo en el AP.

IV.2.1.1.3.2 Estado de conservación del suelo

Para determinar el estado de conservación del suelo en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental, se emplea la información de diferentes estudios realizados, respecto con el estado de conservación del suelo en la zona, mismos que se describen a continuación:

IV.2.1.1.3.2.1 Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000" (SEMARNAT Y COLPOS)[56]

Esta evaluación fue elaborada 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)[57], 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.

En el SA, el análisis de la degradación del suelo indica que en su mayor parte, se presentan condiciones estables, ya que la categoría **SN.60** *(estable bajo condiciones naturales)* ocupa **4,684.27 ha**, lo que representa **54.93%** de la superficie total. No obstante, se identifican procesos de erosión hídrica de origen antrópico en una proporción

[56] SEMARNAT, COLPOS. 2002. Evaluación de la degradación causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000
[57] ISRIC. (1997). Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation in South and Southeast Asia (ASSOD). International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)/UNEP.

relevante del área. La unidad **Hs1.35(+)f/g**, asociada a erosión laminar con pérdida del suelo superficial y nivel de degradación ligero, abarca **986.16 ha (11.56%),** siendo causada principalmente por deforestación, remoción de la cobertura vegetal y sobrepastoreo. De mayor relevancia espacial es la unidad **Hs1.50(+)f/g,** que cubre **2,808.74 ha (32.94%)**, lo que evidencia una presión más intensa de estos factores de degradación. Finalmente, los **cuerpos de agua** representan una proporción mínima (**48.11 ha; 0.56%**). En conjunto, los resultados muestran que, aunque más de la mitad del área conserva estabilidad edáfica, existe una fracción considerable del territorio con procesos de erosión hídrica incipiente a moderada, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de manejo y conservación del suelo para evitar el avance de la degradación.

Tabla 23. Tipos de degradación del suelo existentes en el SA.

Símbolo	Tipo de degradación	Nivel de Degradación	Causa degradación	Superficie (ha)	Porcentaje
Hs1.35(+)f/g	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)	Ligero	Deforestación y remoción de la vegetación/Sobrepastoreo	986.16	11.56%
Hs1.50(+)f/g				2,808.74	32.94%
SN.60	Estable bajo condiciones naturales			4,684.27	54.93%
Cuerpo de agua				48.11	0.56%
Total				**8,527.28**	**100.00%**

*el 60.71% de la superficie del SA restante corresponde a una superficie sin algún tipo de degradación del suelo.

En el AP se identifica un único proceso de degradación del suelo: la **erosión hídrica con pérdida del suelo superficial**, manifestada principalmente como erosión laminar o lavado superficial. Este proceso presenta un **nivel de degradación ligero** y se encuentra asociado a la **Deforestación y remoción de la vegetación/Sobrepastoreo**, afectando la totalidad de la superficie evaluada, es decir, **0.9749 ha**, lo que equivale al **100%** del área. Esta condición evidencia una presión constante sobre el recurso suelo, derivada del uso ganadero y cambio de uso de suelo, del impacto directo del tránsito y consumo de la vegetación por el ganado.

Tabla 24. Tipos de degradación del suelo existentes en el AP.

Símbolo	Tipo de degradación	Nivel de Degradación	Causa degradación	Superficie (ha)	Porcentaje
Hs1.50(+)f/g	Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial)	Ligero	Deforestación y remoción de la vegetación/Sobrepastoreo	0.9749	100.00%

La **erosión hídrica con pérdida del suelo superficial** corresponde a la disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción uniforme del material del suelo por la escorrentía. Posibles causas: 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.

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 las dos unidades de análisis (**SA y AP**) un nivel **ligero (1).**

- **(1) Ligero**: los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.

Así como también las causas identificadas que afectan a los diferentes procesos de degradación del suelo es la siguiente:

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:

- ***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.
- ***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.

En la siguiente figura se presentan los tipos de degradación identificado en el Sistema Ambiental y en el Área del Proyecto:

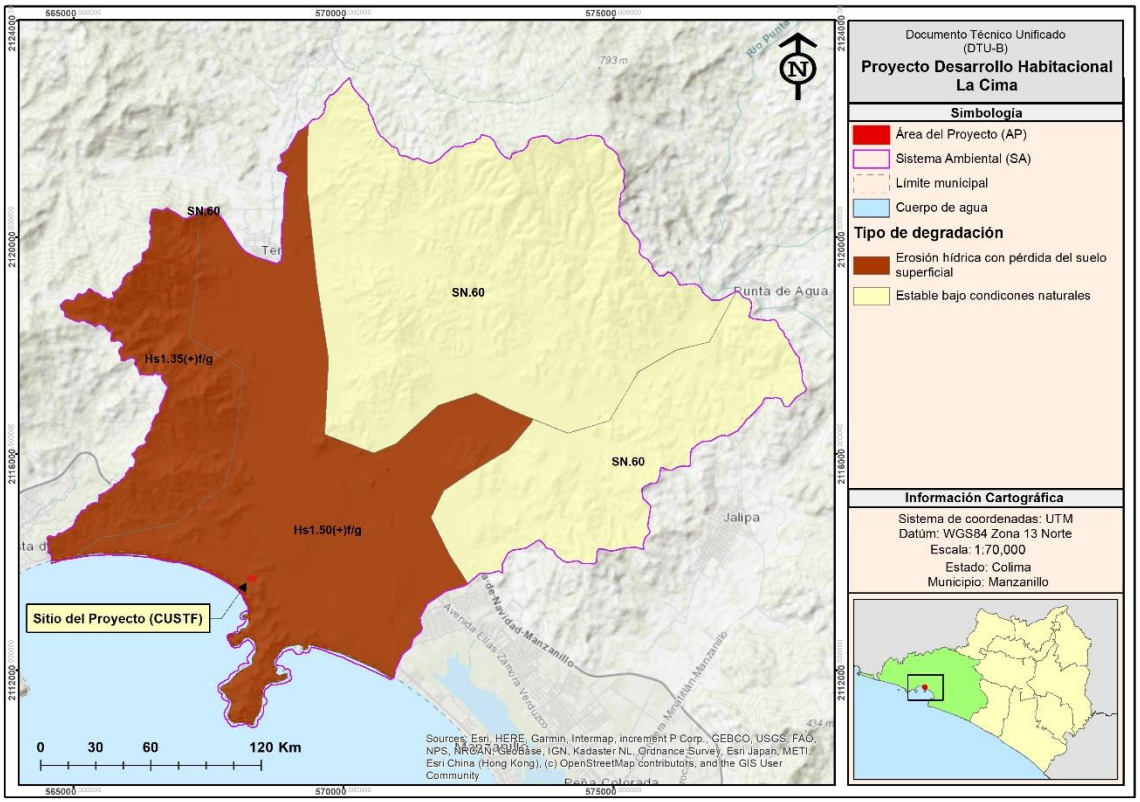


Figura 42. Tipo de degradación del suelo en el SA y AP.

IV.2.1.1.3.2.2 Erosión del suelo (INEGI, 2014) [58]

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 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 del Sistema Ambiental, 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:

En el SA, el análisis del tipo y grado de erosión del suelo indica que la mayor parte de la superficie no presenta evidencias de procesos erosivos activos. En total, **8,132.17 ha** (equivalentes al 95.37%) se clasifican como **superficie sin erosión**, lo que sugiere suelos con estabilidad física y escasa degradación aparente. En contraste, únicamente **395.12 ha (4.63%)** muestran presencia de erosión, aunque esta proporción es minoritaria frente al total, el tipo de erosión corresponde a **hídrica laminar en grado leve,** la cual corresponde a procesos de lavado superficial del suelo asociados principalmente a la acción del escurrimiento pluvial. Este tipo de erosión se caracteriza por la remoción paulatina de la capa superficial del suelo, sin la formación evidente de surcos o cárcavas, por lo que suele pasar desapercibida; sin embargo, puede generar una disminución progresiva de la fertilidad y de la capacidad de retención de humedad. Por su parte, el AP se ubica sobre una superficie clasificada como **zona urbanizada**.

[58] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Conjunto de datos de erosión del suelo, escala 1:250 000, Serie I, Continuo Nacional.

Tabla 25. Erosión presente en el SA (INEGI).

Erosión existente	Superficie (ha)	Porcentaje
Sin erosión*	8,132.17	95.37%
Con erosión	395.12	4.63%
Total	**8,527.28**	**100.00%**

*Corresponde a cuerpos de agua, zonas urbanizadas y superficie sin erosión evidente.

Tabla 26. Tipos de erosión existentes en el SA (INEGI).

Símbolo	Tipo de erosión	Forma de erosión 1	Grado de erosión 1	Superficie (ha)	Porcentaje
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	395.12	100.00%

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.

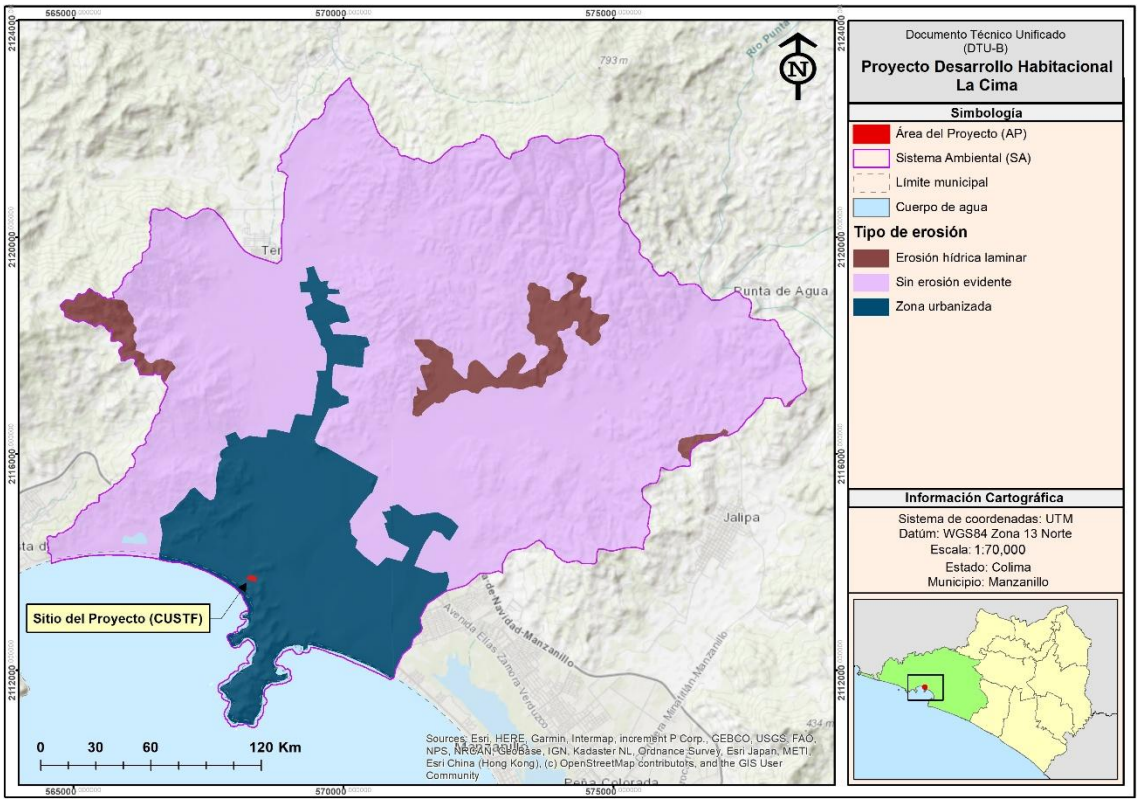


Figura 43. Tipo de erosión del suelo en el SA y AP (INEGI).

- **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.

IV.2.1.1.3.2.3 Grado de vulnerabilidad e Índice de Erodabilidad del Suelo en el Área del Proyecto

Para conocer la erodabilidad, entendiéndose como el grado de facilidad o dificultad de que se erosione el suelo y con ello identificar el grado de fragilidad del suelo que está en función de sus características propias como la textura, profundidad y pedregosidad.

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.

A la falta de análisis de suelos específicos del sitio, para determinar la erodabilidad se utilizan los generados según método de la FAO, modificado por Figueroa et. al (1991)[59], que determina el factor erodabilidad considerando el tipo de suelo y su textura.

Tabla 27. Valores del factor de erosionabilidad hídrica (K) en función de la unidad de suelo y su textura superficial.

Orden	Textura			Orden	Textura		
	G	M	F		G	M	F
A	0.026	0.040	0.013	Lo	0.026	0.040	0.013
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	Rc	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

[59] Figueroa, S. B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E.S.Osuna C., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. SARH. Colegio de Postgraduados. Centro regional para estudios de zonas áridas y semiáridas. 150 p.

Orden	Textura			Orden	Textura		
	G	M	F		G	M	F
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
Jc	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
Jt	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

La Textura se clasifica como G=Gruesa, M=Media y F=Fina.

De acuerdo con los diferentes valores del factor K para los diferentes tipos y condiciones de suelo, se definieron tres rangos dados por Figueroa (1991), asignando el rango (mayor-mínimo) /3 para así obtener el cuartil de cada categoría como se muestra en la siguiente figura:

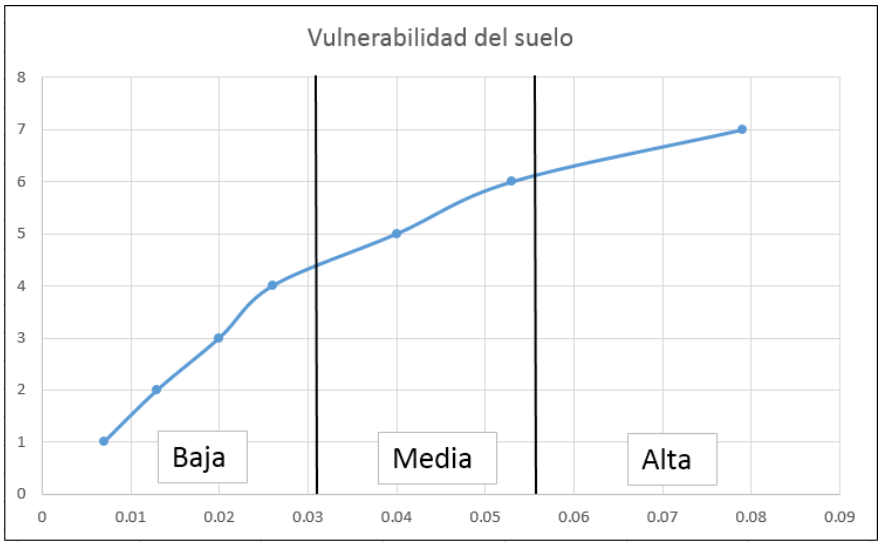


Figura 44. Niveles de erodabilidad.

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, se identifica el valor correspondiente al tipo de suelo en el predio, considerando las subunidades de INEGI, siendo el siguiente:

Tabla 28. Valores del Factor K para los suelos del predio.

Sue1	Sub1	Textura	Factor K
Regosol	Eutrico	Gruesa	0.026

De acuerdo al gráfico de niveles de erodabilidad de erosión hídrica y al valor promedio para el tipo de suelo en la zona del proyecto es de 0.026, lo cual indica rango de baja, que de acuerdo a las clases de suelo reportadas por el INEGI y se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 29. Nivel de erodabilidad hídrica del suelo.

Factor K promedio	Nivel de erodabilidad
0.026	Baja

Cálculo del índice de Erodabilidad

Con las características anteriores de los suelos obtenidas de las cartas edafológicas se determinó el índice de erodabilidad del suelo

Índice de Erodabilidad = Clase de Textura x Clase de Profundidad x Clase de Pedregosidad

La clase de textura se clasifica como:

- Clase 1 (ligeramente erodable) los suelos de composición arcilloso, arcilloso arenoso, arcilloso limoso;
- Clase 2 (moderadamente erodable) los suelos de composición loam arcilloso arenoso, loam arcilloso, loam arcilloso limoso, loam arenoso, arenoso; y
- Clase 3 (altamente erodible) los suelos loam, loam limoso, limoso, loam arenoso.

Los suelos principales en el área de CUSTF presentan texturas desde finas a gruesas, es decir suelos de composición arcillosa hasta arenosa como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 30. Clase de textura por tipo de suelo en el área de CUSTF.

Unidad 1	Subunidad 1	Textura	Clase de textura
Regosol	eútrico	Gruesa	2

La clase de profundidad es:

- Clase 1 (ligeramente erodible) en suelos de profundidad del horizonte mayor que 750 mm,
- Clase 2 (moderadamente erodible) en suelos de profundidad entre 250 y 750 mm, y
- Clase 3 (altamente erodible) en suelos de profundidad menor 250 mm.

La profundidad de los suelos en el área de CUSTF (obtenida de los perfiles de suelos ver. 1.2 del INEGI)[60] es variable debido a que se presenta un tipo de suelo, siendo la profundidad promedio obtenida de la principal unidad del suelo.

Tabla 31. Clase de profundidad por tipo de suelo en el área de CUSTF.

Unidad 1	Subunidad 1	Profundidad del suelo (cm)	Clase de profundidad
Regosol	eútrico	62	2

[60] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Perfiles de Suelos, versión 1.2. INEGI.

La clase de pedregosidad:

- Clase 1 (completamente protegido) cuando el porcentaje de cobertura de piedras del suelo es mayor del 10 %, y
- Clase 2 (no completamente protegido) cuando es menor del 10 %.

En el área de CUSTF de acuerdo con los tipos de suelo no presentan fases físicas pedregosa, por lo que es clasificada como categoría de clase.

Tabla 32. Clase de pedregosidad por tipo de suelo en el área de CUSTF.

Unidad 1	Subunidad 1	Fase física	Valor de pedregosidad
Regosol	Rutrico	Lítica	2

Con la valoración anterior el índice de erodabilidad del suelo se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 33. Índice de erodabilidad del suelo en el área del proyecto.

Unidad 1	Subunidad 1	Clase de textura	Clase de profundidad	Pedregosidad	Índice de Erodabilidad
Regosol	Eútrico	2	2	2	8

Clasificación de la erodabilidad

Con la obtención de la erodabilidad del suelo y de acuerdo con el tipo de suelo presente en el área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cima**" se determinó un nivel de erodabilidad alto en el 100% del área.

IV.2.1.1.4 Hidrología

En el presente apartado se expone la información correspondiente al recurso hídrico, considerando que el agua constituye un elemento indispensable para la vida y un componente esencial para el desarrollo de los distintos sectores productivos. La determinación de los caudales en una región adquiere especial relevancia debido al predominio de actividades vinculadas al aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos.

El análisis hidrológico permite generar información fundamental para la gestión integral del agua, particularmente en lo relacionado con sus diversos usos: agrícolas, forestales, energéticos, domésticos, así como para la planificación y construcción de obras civiles. Esta información resulta clave para promover un uso sostenible del recurso y para garantizar su disponibilidad a largo plazo.

IV.2.1.1.4.1 Hidrología superficial

La hidrografía del área de estudio comprende el conjunto de cuerpos y corrientes de agua que conforman la red natural de drenaje superficial. Su análisis permite identificar la distribución espacial del recurso hídrico, la dinámica de escurrimientos y su relación con las características fisiográficas y climáticas de la región. Este componente es fundamental para comprender los procesos ambientales, la disponibilidad de agua y el funcionamiento general de la cuenca, así como para evaluar la capacidad de conducción, almacenamiento y regulación natural del sistema hidrológico.

La ubicación del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP), de acuerdo con la clasificación hidrológica, se determinó utilizando información generada por el INEGI a escala 1:50,000, a partir de la capa vectorial Hidrología 2.0 (INEGI, 2010)[61]. La distribución de los elementos hidrológicos correspondientes al SA y AP se presenta en la tabla siguiente, mostrando subcuencas, corrientes principales y características asociadas, lo que permite establecer el contexto hidrológico.

Tabla 34. Clasificación hidrológica del SA y AP.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca
Costa de Jalisco (RH15)	R. Chacala - Purificación (RH15A)	L. de Cuyutlán (RH07Aa)

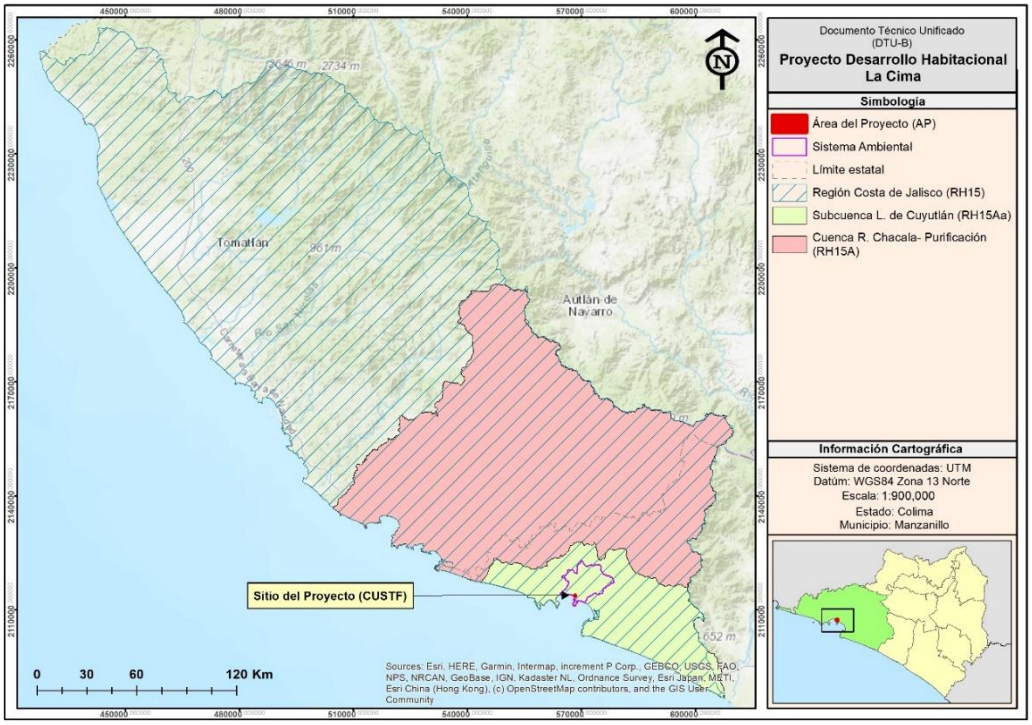


Figura 45. Clasificación hidrológica del Sa y AP.

Región hidrológica

La **Región Hidrológica Número 15 Costa de Jalisco** está integrada por 11 cuencas 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. El drenaje se define como subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes y perennes de las cuales los ríos Tomatlán, San Nicolás, Cuitzmala, Purificación y Chacala, desembocan en el Océano Pacífico, excepto el río Chacala que constituye el límite entre los estados de Jalisco y Colima.

Cuenca hidrológica

La cuenca **Río Chacala-Purificación** forma parte de la Región Hidrológica 15 “Costa de Jalisco”, abarcando territorios de los estados de Jalisco y Colima. Se localiza en la vertiente del océano Pacífico y cubre una superficie aproximada de 5,400 km², de los cuales cerca del 40% corresponde a Colima. Su relieve es predominantemente

[61] INEGI. (2010). Conjunto de datos vectoriales Hidrología 2.0, escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

montañoso y accidentado en las zonas altas, con origen en la Sierra de Manantlán, y desciende hacia planicies costeras donde desemboca en el mar, presentando un régimen exorreico. Los principales cauces que la integran son el río Chacala (también conocido como Marabasco o Minatitlán) y el río Purificación, junto con varios afluentes intermitentes. El clima de la región es cálido subhúmedo, con lluvias concentradas en verano, lo que favorece una red de drenaje bien definida. Los usos del suelo predominantes son agrícolas, ganaderos y forestales, además de actividades turísticas en la zona costera. La cuenca posee una alta importancia ecológica e hidrológica, ya que conecta ecosistemas de montaña y costa, aunque enfrenta problemas derivados de la deforestación, erosión y cambio de uso del suelo, que afectan la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

Subcuenca hidrológica

La **Subcuenca RH15Aa L. de Cuyutlán**, corresponde a un sistema **exorreico** que drena principalmente hacia el **mar**, con una red hidrológica bien desarrollada integrada por **50 descargas**, lo que se refleja en una **densidad de drenaje de 2.23 km/km²**, indicativa de una respuesta hidrológica relativamente rápida ante eventos de precipitación. La subcuenca abarca una superficie de **973 km²** y presenta un **coeficiente de compacidad de 2.20**, lo que sugiere una forma alargada que favorece la concentración gradual de escurrimientos hacia el cauce principal. El relieve es contrastante, con elevaciones que oscilan entre **0 y 1,240 m**, y una **pendiente media elevada (27.32%)**, condiciones que incrementan el potencial de escurrimiento superficial y de **erosión hídrica**, especialmente en zonas con pérdida de cobertura vegetal. La corriente principal, con una longitud aproximada de **34.8 km**, muestra una **pendiente baja (1.76%)** y una **sinuosidad moderada (1.37)**, lo que favorece procesos de transporte y deposición de sedimentos en los tramos bajos. En conjunto, estos rasgos morfométricos indican una subcuenca con **alta energía en las partes altas y medias**, y una función clave en la regulación hidrológica y sedimentaria hacia la Laguna de Cuyutlán y el sistema marino adyacente.

Tabla 35. Características hidrológicas de la Nombre subcuenca Nogales (RH15Aa)[62].

Identificador	285
Clave Subcuenca	RH15Aa
Nombre subcuenca	L. de Cuyutlán
Tipo	Exorreica
Lugar a donde drena (principal)	Mar
Total de descargas (principal)	49
Lugar a donde drena 2	RH15Ab R. Chacala
Total de descargas 2	1
Total de Descargas	50
Área Km²	973
Perímetro Km	243.62
Densidad de Drenaje	2.2307
Coeficiente de Compacidad	2.2024
Longitud promedio de flujo superficial	0.112072444
Elevación Máxima Subcuenca(m)	1240
Elevación Mínima Subcuenca (m)	0
Pendiente Media Subcuenca (%)	27.32
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	612
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	34817
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.76
Sinuosidad de Corriente Principal	1.369088471

[62] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s.f.). SIATL – Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. Recuperado de https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/.

Sistema Ambiental (Microcuenca)

De acuerdo con la Red hidrológica escala 1:50 000 edición 2.0 del INEGI, en el SA se tiene presencia de únicamente **cuerpos de agua** de tipo **intermítete**, así como varías **corrientes intermitentes** definidas como arroyos y barrancas como: Agua zarca, Los tubos, El tambor y La galera, por mencionar algunos, y una sección perteneciente a un cauce de tipo **perenne** denominado Río Santa Cruz. Es importante mencionar que, la mayor parte de las corrientes presentes en la cuenca 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.

El sistema hidrológico del área de estudio está dominado claramente por **corrientes intermitentes**, las cuales representan **219** de las **224 corrientes identificadas** y concentran **180.13 km de longitud**, equivalente al **98.74%** del total. Dentro de esta condición, predominan las corrientes de **orden 1 y 2**, que en conjunto aportan más del **84% de la longitud total**, lo que indica una red altamente ramificada y activa durante los periodos de precipitación, típica de subcuencas con respuesta hidrológica rápida. El **flujo virtual** tiene una participación marginal con el **0.18% de la longitud total**, que corresponde a una proyección del cauce como eje, a través de los cuerpos de agua. Por su parte, las **corrientes perennes** están representadas únicamente por **un cauce de orden 5**, con **1.97 km de longitud (1.08%)**, lo que evidencia que el flujo permanente es muy limitado y se restringe a tramos específicos del sistema. En conjunto, esta distribución refleja una subcuenca con **alta dependencia de la precipitación estacional**, elevada capacidad de generación de escurrimiento superficial y **potencial para procesos de erosión hídrica y transporte de sedimentos**, especialmente en los cauces de bajo orden y durante eventos pluviales concentrados.

Tabla 36. Red hidrográfica en el SA.

Condición	Orden	Numero de corrientes	Longitud (km)	Porcentaje
Flujo virtual	1	1	0.04	0.02%
	2	3	0.28	0.15%
Total		**4**	**0.32**	**0.18%**
Intermitente	1	115	109.13	59.82%
	2	60	44.19	24.22%
	3	14	8.55	4.69%
	4	4	1.58	0.87%
	5	26	16.68	9.14%
Total		**219**	**180.13**	**98.74%**
Perenne	5	1	1.97	1.08%
Total		**1**	**1.97**	**1.08%**
Total SA		**224**	**182.42**	**100.00%**

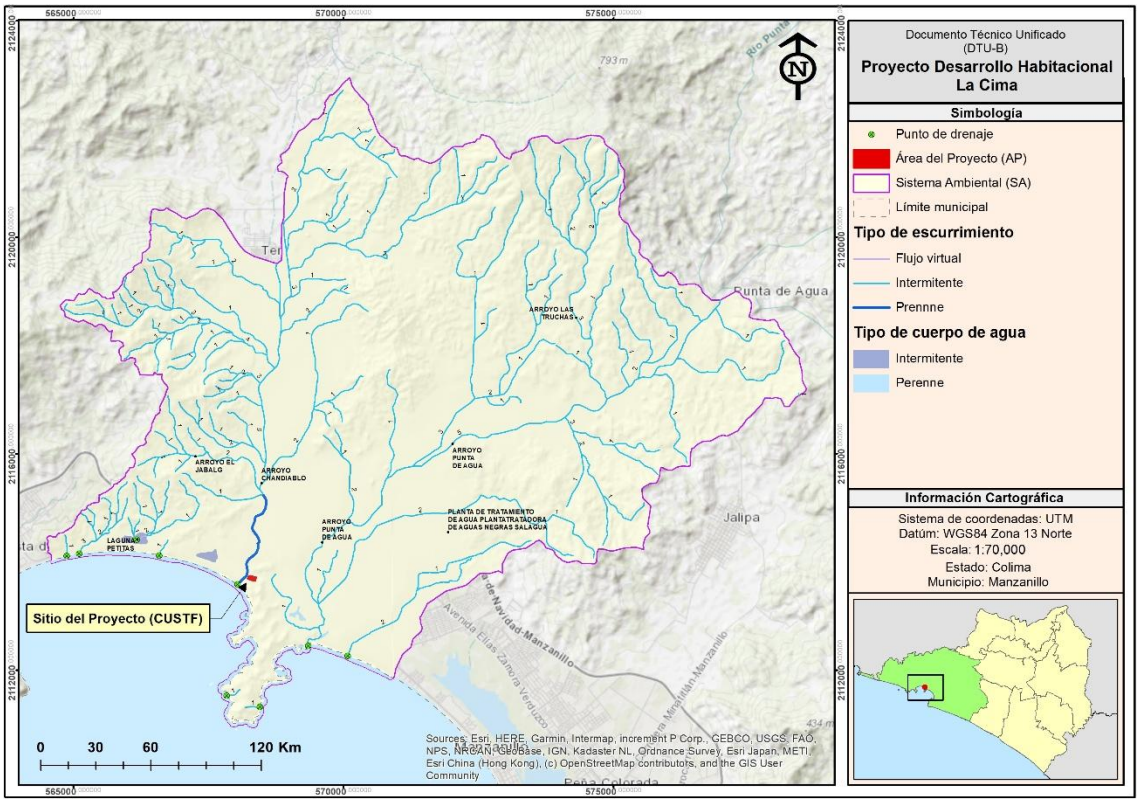


Figura 46. Red hidrográfica en el SA.

Área del Proyecto

Respecto al sitio del proyecto, por su ubicación como parte de una península rodeada de llanura y el mar se tiene la ausencia de escurrimientos permanentes, mientras que solo se presenta el flujo de agua sobre la superficie durante los eventos de precipitación, esto significa que su área de captación es muy pequeña (**0.9749 ha**), por lo que no se llegan a acumular grandes avenidas, por lo que no existen escurrimientos delimitados. El Arroyo más cercano es el Chandiablo que desemboca al mar, y se encuentra a más de 40 metros de distancia al oeste del polígono. En la figura siguiente se presenta la red hidrográfica con relación al área del proyecto:

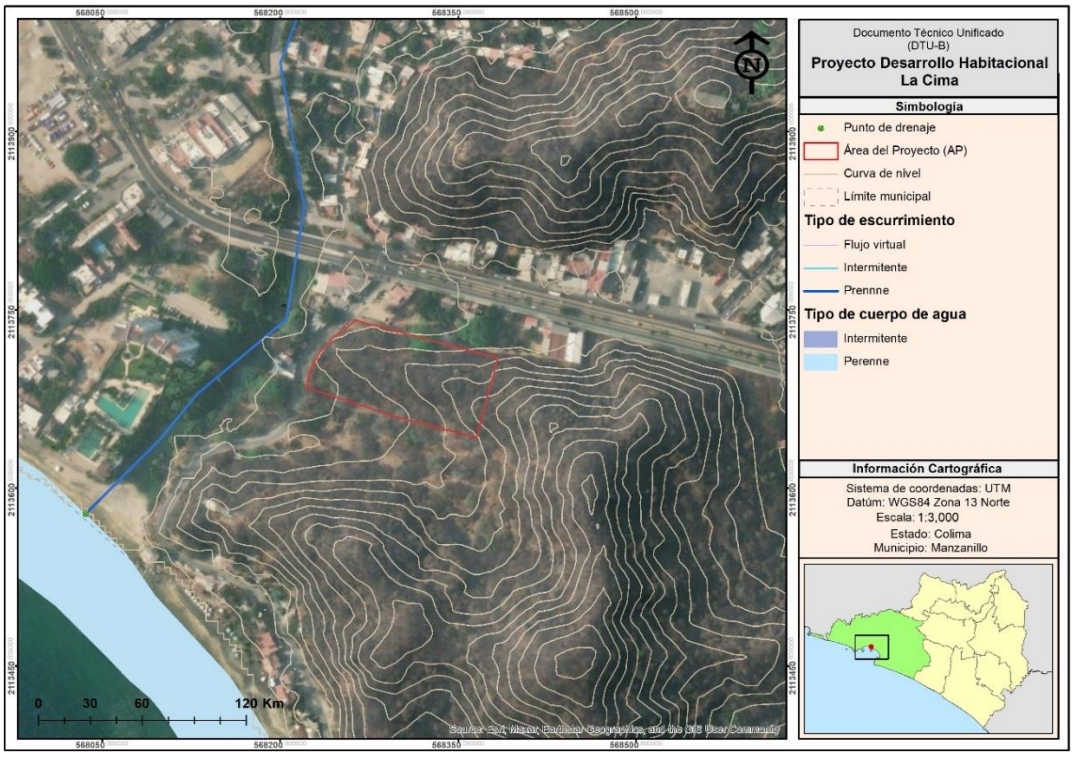


Figura 47. Red hidrográfica en el AP.

IV.2.1.1.4.2 Hidrología subterránea

La hidrología subterránea constituye la rama de las ciencias hidrológicas encargada del estudio del agua presente en el subsuelo, abarcando aspectos relacionados con su almacenamiento, movimiento a través de los materiales geológicos, así como los procesos de recarga natural y descarga hacia manantiales, ríos o pozos. Este enfoque resulta fundamental para comprender la disponibilidad y dinámica del recurso hídrico en zonas donde el agua subterránea representa una fuente estratégica para el abastecimiento humano, agrícola o industrial.

En el Sistema Ambiental donde se localiza el proyecto, la dinámica subterránea está influenciada por tres acuíferos regionales: **Jalipa-Tapeixtles** (Clave 0608), **La Central-Peña Blanca** (Clave 0610) y **Santiago-Salagua** (Clave 0609). No obstante, conforme a la información del Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la **CONAGUA**, la **totalidad del Área del Proyecto (AP)** se encuentra específicamente dentro de la delimitación del acuífero **Santiago-Salagua** (Clave 0609). Este acuífero constituye la unidad hidrogeológica directamente asociada al proyecto y, por lo tanto, es el principal regulador de los niveles freáticos, la disponibilidad de agua subterránea y los posibles procesos de interacción con la hidrología superficial en el sitio del proyecto.

Tabla 37. Acuíferos presentes en el SA.

Clave	Acuífero	Superficie (ha)	Porcentaje
0610	La Central - Peña Blanca	9.15	0.11%
0609	Santiago - Salagua	8,439.94	98.98%
0608	Jalipa - Tapeixtles	44.75	0.52%
Cuerpo de agua		33.44	0.39%
Total		**8,527.28**	**100.00%**

Tabla 38. Descripción de los acuíferos (CONAGUA, 2025)[63].

Clave	Nombre	Descripción
0608	Jalipa - Tapeixtles	El acuífero Jalipa-Tapeixtles pertenece al Organismo de Cuenca VIII "Lerma-Santiago Pacífico", y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Colima. Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona costera del Estado de Colima, controlándose las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha zona" publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de Agosto de 1973. Esta veda es de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. El uso principal del agua subterránea es el público urbano. En su territorio no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido hasta la fecha el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).
0609	Santiago - Salagua	El acuífero Santiago-Salagua pertenece al Organismo de Cuenca VIII "Lerma Santiago-Pacifico", y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Colima. Su territorio completo se encuentra vedado y sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos de la zona costera del Estado de Colima, controlándose las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha zona", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de agosto de 1973. Esta veda es de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1.
0610	La Central - Peña Blanca	Actualmente se tienen dos Decretos de Veda de Aguas del Subsuelo, la Primera: Publicada el 20 de agosto de 1973 y que comprende la Costa de Colima, cuya extensión y límites geopolíticos corresponden a los Municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán, del estado de Colima. El tipo de veda que se Decreta es de Control de las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha Zona. La Segunda Veda: Publicada el 21 de septiembre de 1984 y que comprende la Zona que no fue incluida en la Veda Impuesta por el ordenamiento Presidencial Publicada en 20 de agosto de 1973, cuya extensión y límites geopolíticos, corresponden a los Municipios de: Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Minatitlán y Villa de Álvarez. El tipo de veda que se Decreta es de Control de las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha Zona. Como hasta ahora (1990) la disponibilidad de agua sigue siendo, en términos generales, mayor que su demanda, las vedas referidas no se aplican todavía para limitar la construcción de captaciones sino más bien para cuidar que la explotación de los acuíferos progrese en forma ordenada, tomando en cuenta la magnitud y distribución de su volumen renovable y respetando las restricciones naturales de los acuíferos costeros.

[63] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2025). Disponibilidad por acuíferos. SIGA-GIS. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html.

Clave	Nombre	Descripción
		De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. De acuerdo con el Padrón de Unidades de Riego por bombeo existen trece Unidades. Los tres principales Usuarios, en este Acuífero son: El organismo operador denominado CAPDAM, para uso Público Urbano, las unidades de riego y para uso de Servicios de los hoteles que se encuentran ubicados en este acuífero.

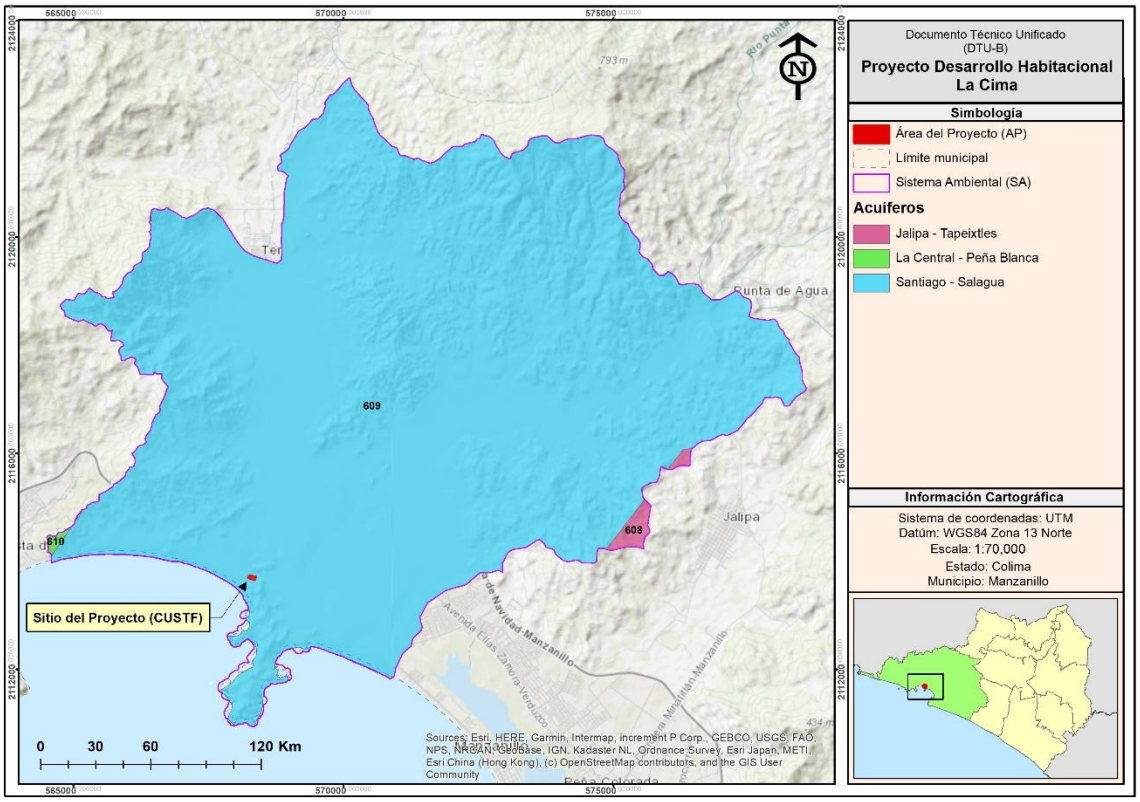


Figura 48. Acuíferos de influencia con el SA y AP.

Determinación de la disponibilidad media anual de agua

Para conocer la disponibilidad de aguas subterráneas, se obtuvo la información de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en los acuíferos, del estado de Sonora, publicada en el Diario Oficial de la Federación. Los datos se basan en la siguiente expresión, contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015[64].

Tabla 39. Datos de disponibilidad de los acuíferos (CONAGUA, 2025).

Clave	Acuífero	R (hm^3/año)	DNC (hm^3/año)	VEAS (mm^3/año)	DMA (hm^3/año)
0610	La Central - Peña Blanca	9.5	2.0	5.363796	2.136204
0609	Santiago - Salagua	4.6	6.1	21.618330	-3.118330
0608	Jalipa - Tapeixtles	10.8	3.0	9.158491	-1.358491

[64] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Determinación de la disponibilidad media anual de aguas nacionales subterráneas y delimitación de los acuíferos [Diario Oficial de la Federación]. México

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de 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; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO	=	RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL	-	DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	-	EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Donde:
DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

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.

IV.2.1.1.4.2.1 Estimación de la 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)[65]. 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.

Como antecedentes, los efectos del compartimento del "suelo forestal" en la formación de corrientes de agua es relevante. Meunier (1996 citado por Giraldo 2002)[66] menciona la importancia que han tenido experimentos de simulación de lluvia para cuantificar la función de la vegetación en la infiltración, midiendo la escorrentía sobre superficies con cubierta vegetal y en la misma parcela después de haber eliminado la vegetación incluidas las raíces (Gresillon 1994 citado por Giraldo 2002). Los resultados demuestran que un suelo con raíces permite una infiltración casi total por lo que la escorrentía superficial puede considerarse prácticamente nula, incluso en caso de lluvia muy intensa. Únicamente la saturación del suelo puede modificar los cursos del agua hacia las capas más profundas.

[65]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.
[66]Giraldo L., L. G, 2002. Memorias de Hidrología Forestal. Departamento de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Colombia.

Al eliminar la vegetación junto con sus raíces, la infiltración se reduce enormemente lo que hace que predominen los cursos de agua superficiales. Estos resultados confirman que el efecto de retardo fundamental de la vegetación sobre las crecidas se deriva del desarrollo de un "suelo forestal" constituido por capas de hojarasca o "litter", diferentes humus, contribuyendo eficazmente a la dotación de una gran capacidad de infiltración, la formación de condiciones especiales de permeabilidad por el crecimiento de raíces, el desarrollo de macroporosidad a través de los cuales van los flujos preferenciales y una profundidad efectiva que favorece la capacidad de almacenamiento del agua. Por tanto, en una cuenca el funcionamiento hidrológico depende del comportamiento del agua en la zona vadosa y el agua subterránea que forma los acuíferos, y de la dinámica del flujo subsuperficial que alimenta las corrientes de agua.

Para conocer la interacción del **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** en las **0.9308 ha** sobre el recurso agua y especialmente en la infiltración en el acuífero, se estimó la infiltración utilizando el balance hídrico del sitio del proyecto. Mediante el uso del balance hídrico de la zona, la infiltración se determina por la diferencia de la precipitación, menos la intercepción, evapotranspiración y el escurrimiento superficial, quedando la ecuación de la siguiente manera:

Infiltración (Inf) : Inf = P – (Int + Ev + E)

Dónde:
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).
Inf: Infiltración (m^3/año)

Cálculo de la Intercepción de Agua

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)[67]. La intercepción de la precipitación dentro del área del proyecto de CUSTF 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^3).
- Agua captada por la cobertura (m^3).
- 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.

[67]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.

En tanto que el área es la superficie que se está proponiendo para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, diferenciada por tipo de vegetación y densidad.

El agua precipitada es el producto que se obtiene de multiplicar la superficie de cada tipo de vegetación y cobertura por la precipitación promedio para el sitio del proyecto. Considerando una precipitación promedio anual de **935.4 mm** (Estación Manzanillo (OBS), clave 6018, es la más cercana al sitio del proyecto), se tendría una precipitación de **9,354 m^3/ha**, obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla 40. 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-densidad alta	70	0.9308	9,354	8,707
Total		**0.9308**		**8,707**

El agua captada por la cobertura de vegetación se obtiene multiplicando el agua precipitada por el porcentaje de la cobertura.

Tabla 41. 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-densidad alta	70	8,707	6,095
Total		**8,707**	**6,095**

El coeficiente de intercepción de los matorrales se obtuvo de la fuente bibliográfica con los valores propuestos por Westenbroek, S.M., *et. al.* 2010.[68], mismo que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 42. Factor de intercepción en Bosque o Selva.

Cubierta	Factor de intercepción
Selva Baja Caducifolia (Mixed forest)	0.05

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.

Tabla 43. Intercepción de la vegetación escenario actual.

Cubierta o uso del suelo	Área (ha)	Cobertura (promedio) de la vegetación arbórea	Agua captada por la cobertura (m3)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m3)
Selva Baja Caducifolia-densidad alta	0.9308	70	6,095	0.05	305
Total	**0.9308**		**6,095**		**305**

Fuente: La intercepción es el resultado de la multiplicación del agua captada por el coeficiente de intercepción

[68]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.

De acuerdo con lo anterior, la intercepción total dentro del área del predio es de **305 m³** lo que representa un **3.50%** del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la 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)[69], para calcular la evapotranspiración real. La ecuación es la siguiente.

$$E = \frac{P}{\sqrt{1.5 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

E: Evapotranspiración real en mm

P: Precipitación anual en mm

L=300+25T+0.05T2

T: Temperatura media anual en ^{o}C

Para la determinación de la evapotranspiración real es necesario conocer la temperatura media anual en grados Celsius, para lo cual se utilizó la que se presenta en la normal climatológica de la **estación Manzanillo (OBS) (6018)**, los datos se pueden consultar en el punto de clima de este capítulo, la cual asciende a **27.1 grados Celsius**.

Aplicando la fórmula antes descrita junto con los datos de precipitación y temperatura correspondientes, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 44. Evapotranspiración en el sitio del proyecto.

Evapotranspiración real (mm)	Área en ha	Evapotranspiración anual (m3)
610.11	0.9308	5,679

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 **5,679 m³** el coeficiente de evapotranspiración partiendo que se tiene una precipitación de 8,707 m^3 el coeficiente es de 65.22%, este cociente indica que del 100% del agua precipitada el 65.22% se evapotranspira.

Cálculo del Escurrimiento medio

El escurrimiento 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)[70].

[69] 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.

[70] Breña, N., & Jacobo, M. (2006). Hidrología superficial y subsuperficial: fundamentos y aplicaciones. Editorial Académica, México.

Para el análisis básico del escurrimiento, se deben de considerar las variables siguientes: la intensidad de la precipitación; la capacidad de infiltración de una superficie particular; la condición hidráulica a la que se encuentra el suelo o la roca; y la característica hidráulica del suelo o roca (Breña y Jacobo, 2006)[71].

Existen diversos métodos para estimar el escurrimiento medio, desde el análisis de hidrogramas, aforo de corrientes y el uso de la formula racional (Viessman et al, 1989)[72], misma que se detalla y utiliza donde en la NOM-011-CNA-2015 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales para su explotación y aprovechamiento, y que se describe a continuación:

$$\mathrm{Vm} = \mathrm{Ce} * \mathrm{Pm} * \mathrm{A}$$

Dónde:

Vm= Volumen medio que puede escurrir (m^3)
A= Área de la cuenca (m^2) (para nuestro caso se consideró el área del proyecto)
Ce= Coeficiente de escurrimiento
Pm= Precipitación media (m)

Para determinar el Coeficiente de escurrimiento (Ce) de igual manera se consideró lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

La misma NOM-011-CNA-2015 señala que: "A falta de información específica, con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas 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 1 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". Secretaria de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: Small Dams)[73]".

Tabla 45. Características por tipo de suelo (tabla 1 de la NOM-011-CNA-2015).

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: suelos 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

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015 Diario Oficial de la Federación.

Tabla 46. Valores de K, en función del tipo y uso de suelo.

[71] Breña P Felipe y Marco A Jacobo V. 2006. Principios y fundamentos de la Hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF.
[72] Viessman, W., Knapp, J. W., & Lewis, G. L. (1989). Introduction to hydrology (3rd ed.). HarperCollins College Publishers.
[73] Secretaría de Recursos Hidráulicos. (s.f.). Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural "Pequeños Almacenamientos" (Adaptación de Small Dams). México

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			
Mas 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

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015

En el área de estudio se clasificó el tipo de suelos y de acuerdo con sus características se encuentran en la **categoría A**, clasificados como suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos

De acuerdo con el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, se obtiene el valor K de acuerdo con la tabla siguiente considerando el tipo de suelo A y las diferentes coberturas de la vegetación en el área del proyecto.

Tabla 47. Factor K del área del proyecto.

Cubierta	Cobertura de la vegetación %	Factor K suelo A
Selva Baja Caducifolia-densidad alta	70	0.12

Fuente: Valores obtenidos por tipo de suelo y cobertura.

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)

Tabla 48. Cálculo del coeficiente de escurrimiento.

Cubierta	Cobertura de la vegetación %	Factor K Suelo C	Coeficiente de escurrimiento
Selva Baja Caducifolia-densidad alta	70	0.12	0.041

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 posterior.

Tabla 49. Escurrimiento en el escenario actual.

Cubierta	Cobertura de la Vegetación %	Área (ha)	Agua precipitada (m3)	Coeficiente de escurrimiento	Escurrimiento (m3)
Selva Baja Caducifolia-densidad alta	70	0.9308	8,707	0.041	358
Total		**0.9308**	**8,707**		**358**

De acuerdo con lo anterior, el escurrimiento total de dentro del área del predio es de **358 m^3** lo que representa un **5.48%** del total de agua captada en la zona.

Cálculo de la infiltración

Con base en los resultados anteriores utilizando la ecuación de la Infiltración Inf = P – (Int + Ev + E), se obtienen los siguientes resultados:

$$\mathbf{Inf = 8{,}707 – (305+5{,}679+358) = 2{,}365\ m^3}$$

La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de **2,365 m$^{3/}$año** en las **0.9308 ha** lo que representa un 25.54% del total de agua captada en la zona.

IV.2.1.1.5 Aire

El viento dominante de esta ciudad proviene del oeste-noreste, estos alcanzan una velocidad media anual entre los 4.38 m/s y 4.77 m/s, se presentan en la temporada de secas durante el periodo noviembre-mayo o lo que representa un total del 46.6% de las horas de viento. Los vientos más intensos se registran en la época de lluvia (junio octubre) y provienen desde la dirección Este-Sureste y Sur-Sureste.

La calidad del aire en el municipio de Manzanillo, Colima, se desarrolla en un contexto dominado por actividades portuarias, industriales, de transporte terrestre y marítimo, así como por zonas urbanas en crecimiento. Las condiciones meteorológicas locales, caracterizadas por un **clima cálido subhúmedo**, alta radiación solar y la influencia de **vientos dominantes costeros**, favorecen la dispersión de contaminantes atmosféricos, reduciendo la permanencia de concentraciones elevadas en la atmósfera. Con base en información regional disponible y en la naturaleza de las fuentes presentes, los contaminantes criterio de mayor relevancia en el municipio corresponden a **material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO_2)**. De manera general, las concentraciones registradas se mantienen dentro de los límites establecidos por la normatividad ambiental vigente, aunque se presentan incrementos temporales asociados a picos de actividad portuaria y vehicular.

IV.2.1.2 Medio biótico

IV.2.1.2.1 Vegetación

IV.2.1.2.1.1 Tipo de vegetación en el Sistema Ambiental (SA)

A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como "Uso del suelo". En los lugares donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera, el suelo sigue cubierto por la vegetación natural o nativa, se le considera como primaria. En contraste, si ha ocurrido alguna perturbación considerable y se ha removido parcial o totalmente la cubierta vegetal primaria, la vegetación que se recupera en esos sitios se conoce como vegetación secundaria y puede ser estructural y funcionalmente muy diferente a la original. El caso extremo de transformación es cuando se elimina por completo la cubierta vegetal para dedicar el terreno a actividades agrícolas, pecuarias o zonas urbanas; éstas se conocen como coberturas antrópicas (SEMARNAT, 2009)[74].

Con base a la Capa de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII, a escala 1:250,000, el análisis del uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental muestra un predominio de la **vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia**, la cual ocupa **4,464.85 ha**, equivalente al **52.36%** de la superficie total, lo que indica un paisaje con antecedentes de disturbio antrópico, pero que aún conserva una cobertura vegetal. Los **usos agrícolas** en conjunto representan una proporción relevante del territorio, destacando la **agricultura de riego anual y permanente** con **1,031.86 ha (12.10%)** y la **agricultura de temporal**, tanto anual como permanente, que en suma alcanzan **1,018.50 ha (11.95%)**, reflejando una presión constante sobre los ecosistemas naturales. Los **asentamientos humanos** abarcan **1,606.78 ha (18.84%)**, lo que evidencia un proceso de **urbanización importante** dentro del sistema ambiental, con implicaciones directas sobre la fragmentación del hábitat y la generación de impactos ambientales asociados. En menor proporción se presentan **pastizales cultivados** (**4.00%**) y **cuerpos de agua** (**0.75%**). En conjunto, esta distribución del uso del suelo refleja un territorio **altamente modificado**, donde la vegetación secundaria cumple un papel clave en la **conectividad ecológica y regulación ambiental**. Lo anteriormente expuesto se presenta en la tabla y figura siguientes:

Tabla 50. Superficie de los tipos de vegetación y usos de suelo en el SA INEGI serie VII.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje
Agricultura de riego anual y permanente	1,031.86	12.10%
Agricultura de temporal anual	646.00	7.58%
Agricultura de temporal anual y permanente	372.50	4.37%
Asentamientos humanos	1,606.78	18.84%
Cuerpo de agua	64.28	0.75%
Pastizal cultivado	341.01	4.00%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	4,464.85	52.36%
Total	**8,527.28**	**100.00%**

[74] 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.

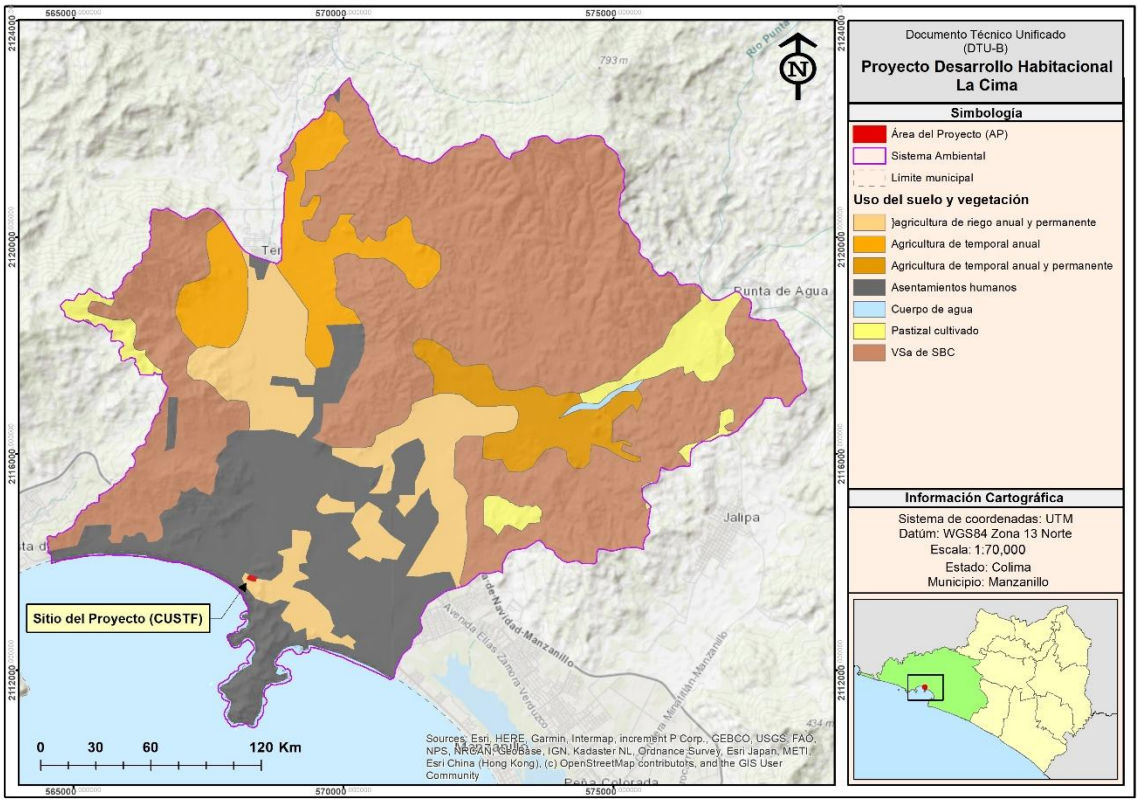


Figura 49. Uso de suelo y vegetación en el SA (INEGI, Serie VII).

IV.2.1.2.1.2 Tipo de vegetación en el Área del Proyecto (AP)

De acuerdo con la fotointerpretación de imágenes satelitales y la verificación mediante trabajos de campo, la superficie de **cambio de uso de suelo de terrenos forestales** asociada al proyecto corresponde a **0.9308 ha (95.48%)** de **vegetación de selva baja caducifolia**. Asimismo, **0.0441 ha (4.52%)** corresponden a una superficie con **uso previo como camino**, la cual no presenta cobertura forestal. En conjunto, estas superficies suman un total de **0.9749 ha**, que corresponde al área total involucrada por el proyecto. Lo anterior se ilustra en la figura correspondiente.

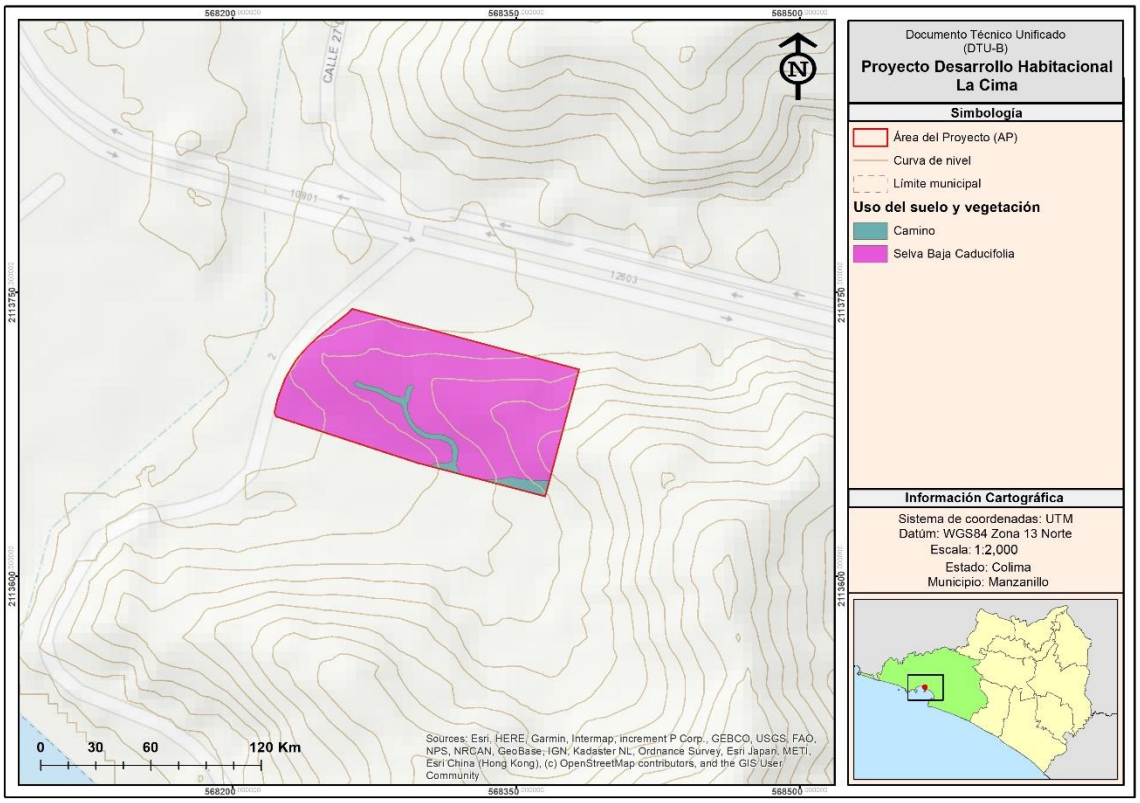


Figura 50. Uso de suelo y vegetación en el AP (fotointerpretación, elaboración propia).

IV.2.1.2.1.3 Estado de conservación de la vegetación

Con el propósito de determinar la condición actual de los ecosistemas, se definieron una serie de variables indicadoras del estado de conservación, seleccionadas por su facilidad de medición y por reflejar de manera representativa la integridad ecológica del sistema evaluado. En el caso de este proyecto, los ecosistemas de interés corresponden al **Sistema Ambiental (SA)** y al **Área Proyecto (AP).**

La evaluación se basó en la Herramienta de Evaluación Rápida del Estado de Conservación (EREC),[75] y en la metodología propuesta por Aguirre & Geada (2017),[76] la cual fue ajustada conforme a las características particulares de los ecosistemas analizados y complementada con diversas referencias que describen el estado de conservación de las áreas.

Una vez definidos los indicadores, se establecieron los rangos y categorías de calificación para cada criterio de evaluación, como se muestra a continuación:

Tabla 51. Rangos para calificar los criterios de cada indicador.

Categoría	Calificación
Muy bueno (I)	4
Bueno (II)	3

[75] Carabio-Foti M & P Vaz-Canosa. (2020). Evaluación del estado de conservación de diferentes sitios de interés. Subproducto 4 del Producto 5 "Estado de conservación del bosque". bosque". Acuerdo de colaboración INIA-Vida Silvestre Uruguay-REDD+. REDD+ Uruguay, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca y el Ministerio de Ambiente. 228pp.
[76] Aguirre, M. Z., & Geada-Lopez, G. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa 24 (1). Pag 207-228.

Categoría	Calificación
Regular (III)	2
Malo (IV)	1

Posteriormente, el estado de conservación general del ecosistema se valoró con base en el porcentaje total obtenido, conforme a los siguientes rangos:

Tabla 52. Rangos y categorías del estado de conservación.

Puntaje (%)	Categoría de conservación
85 – 100%	Muy buen estado de conservación
70 – 84%	Buen estado de conservación
55 – 69%	Estado de conservación medio
40 – 54%	Estado de conservación bajo
0 – 39%	Muy bajo estado de conservación

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se desglosan las variables de evaluación, indicadores y criterios definidos para evaluar el estado de conservación.

Tabla 53. Variables e Indicadores y rangos de los criterios para determinar el estado de conservación.

Variable de Evaluación	Indicador para calificar	Estado de conservación				Explicaciones de los criterios para calificar
		M (1)	R (2)	B (3)	MB (4)	
1. Estructura y composición	Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área.					**MB** La vegetación natural cubre entre el 90 al 100% de la superficie total.
						B La vegetación natural está cubriendo entre 70 al 90%.
						R La vegetación natural cubre entre 30 al 70% del área total.
						M La vegetación natural está cubriendo menos del 30%.
	Presencia de estratos en la vegetación natural actual.					**MB** Todos (tres) estratos incluyendo los principales: árboles, arbustos y hierbas.
						B Presencia de los estratos que dan la apariencia del ecosistema original.
						R Tres estratos, pero posiblemente sin dominancia de árboles en el estrato arbóreo.
						M Dos estratos y a veces ausencia total de estratificación.
	Presencia de especies indicadoras del tipo de vegetación.					**MB** Están presentes todas las especies indicadoras dentro de la composición florística.
						B Existan entre 50 al 80% de especies indicadoras dentro de la composición florística.
						R Existan entre 30 al 50% de especies indicadoras dentro de la composición florística.
						M Existan menos del 30% de especies indicadoras en la composición florística.
	Riqueza florística específica.					**MB** El ecosistema tiene más de 60 especies leñosas.
						B El ecosistema tiene entre 40 - 60 especies leñosas.
						R El ecosistema tiene entre 20 - 40 especies leñosas.
						M El ecosistema tiene menos de 20 especies leñosas.
	Regeneración natural de especies indicadoras.					**MB** Mas del 80% de las especies indicadoras presentan regeneración natural.
						B Entre 50 al 80% de las especies indicadoras presentan regeneración natural.
						R Entre el 20 al 50% de las especies indicadoras presentan regeneración natural.
						M Menos del 20% de las especies indicadoras tienen regeneración natural.
	Especies en la NOM-059-					**MB** Mas del 6% de las especies se encuentran normadas.
						B Entre 3 al 6% de las especies se encuentran normadas.
						R Entre el 1 al 3% de las especies se encuentran normadas.

Variable de Evaluación	Indicador para calificar	Estado de conservación				Explicaciones de los criterios para calificar
		M (1)	R (2)	B (3)	MB (4)	
	SEMARNAT-2010.					**M** Ninguna de las especies se encuentran normadas.
	Endemismo florístico.					**MB** Más de 20% del total de especies inventariadas son endémicas.
						B Entre el 10 al 20% del total de especies son endémicas.
						R Entre el 1 al 10% del total de especies son endémicas.
						M Sin presencia de especies endémicas.
	Presencia de especies nativas.					**MB** Mas del 60% de las especies son nativas.
						B Entre 30 al 45% de las especies son nativas.
						R Entre el 15 al 30% de las especies son nativas.
						M Menos del 15% de las especies son nativas.
	Presencia de especies exóticas.					**MB** No existan especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
						B Cuando existan entre 1 al 5% de especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
						R Cuando existan entre 5 al 10% de especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
						M Cuando existan más del 10% de especies exóticas-invasoras dentro de la composición florística.
2. Manejo y Aprovechamiento	Diversidad de especies maderables.					**MB** Más de 20% de especies de la composición florística son maderables
						B Entre el 15 al 20% de especies de la composición son árboles maderables
						R Entre el 10 al 15% de especies de la composición son árboles maderables
						M Menos del 10% de especies de la composición florística son árboles maderables
	Abundancia de especies maderables.					**MB** Más del 20% de la población de una especie tienen individuos maduros.
						B Del 15 al 20% de la población de una especie tiene individuos maduros.
						R Más del 10 al 15% de la población de una especie son individuos maduros.
						M Menos del 10% de árboles de una población son individuos maduros (la mayoría son jóvenes).
	Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido).					**MB** No se realizan actividades de explotación de maderera por lo tanto no implica intervenciones de manejo silvicultural.
						B Se realizan intervenciones de manejo silvicultural bajo zonificación.
						R Se realizan intervenciones de manejo silvicultural sin zonificación en toda la superficie.
						M Se realiza explotación de madera y no se realizan actividades de manejo silvicultural.
	Estética dentro del ecosistema (Preservación de belleza escénica).					**MB** No existen cambios estructurales fuertes en el paisaje que produzcan impacto visual.
						B Existen cambios estructurales poco significativos en el 10% del paisaje total que produzcan impacto visual.
						R Existen cambios estructurales significativos en el 25% del paisaje total y producen impacto visual.
						M Existen cambios estructurales muy significativos en todo el paisaje y producen impacto visual.
3. Población Asociada	Densidad de población dentro del ecosistema.					**MB** Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es nula
						B Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es entre 6-10 hab/ km2.
						R Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es de 11-20 hab/km2.
						M Cuando la densidad poblacional dentro del ecosistema es mayor a 20 hab/ km2.
	Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de					**MB** La población local no practica actividades antrópicas en la superficie.
						B La población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 20% de la superficie.

Variable de Evaluación	Indicador para calificar	Estado de conservación				Explicaciones de los criterios para calificar
		M (1)	R (2)	B (3)	MB (4)	
	cobertura vegetal.					**R** La población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 50% de la superficie.
						M La población local ocupa para actividades antrópicas hasta el 80% de la superficie.
4. Matriz del entorno del ecosistema	Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.					**MB** Sin alteración visual es imperceptible.
						B Los cultivos alteran en el 25% el paisaje.
						R Los cultivos se practican sin criterios ecológicos y alteran el paisaje entre el 25 al 50%.
						M Se practican los monocultivos y la alteración paisajística es mayor a 50%.
5. Presencia de fuentes de agua en el ecosistema	Presencia de cuerpos de agua dentro del ecosistema.					**MB** Existen al menos tres fuentes de agua en el ecosistema.
						B Existen dos fuentes de agua en el ecosistema.
						R Existe una fuente de agua en el ecosistema.
						M No existen fuentes de agua en el ecosistema.
	Permanencia de los cuerpos de agua.					**MB** La fuente de agua se mantiene en aproximadamente el 70% durante todo el año.
						B La fuente de agua se mantiene en aproximadamente el 50% durante el año.
						R La fuente de agua se mantiene en aproximadamente el 30% todo el año.
						M Existe caudal solo en temporadas lluviosa.
	Calidad del agua.					**MB** Agua limpia, sin impurezas, sin sedimentación, presencia de algas verdes.
						B Agua ligeramente turbia, con cuerpos sólidos en suspensión.
						R Agua estancada con sólidos en suspensión, algas pardas.
						M Agua estancada con presencia de algas pardas y negras.
6. Problemática socio-ambiental	Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. Protección.					**MB** No existe cacería o tráfico de especies; ni afectación directa por colonización con establecimiento de potreros.
						B Se proyecta un frente de ocupación de tierras por apertura de carreteras, no hay establecimiento de potreros grandes.
						R Hay un frente de colonización con potreros en el límite del ecosistema.
						M Colonización en aumento al límite del ecosistema con cambios fuertes en el uso del suelo.
	Presencia de incendios forestales.					**MB** El área de vegetación tiene mínimo riesgo de afectación por ocurrencia de incendios.
						B Hasta el 30% del área de vegetación tiene riesgo de afectación por mediana ocurrencia de incendios.
						R Entre el 30 – 60% del área de vegetación tiene riesgo de afectación por alta ocurrencia de incendios.
						M Más del 60% del área de vegetación tiene riesgo de afectación por alta ocurrencia de incendios.

IV.2.1.2.1.3.1 Estado de conservación en el Sistema Ambiental (SA)

Con base a la información obtenida en campo y gabinete, se realizó la asignación del valor correspondiente para cada indicador, quedando como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 54. Evaluación del estado de conservación para el SA.

Variables e Indicadores	Malo (1)	Regular (2)	Bueno (3)	Muy bueno (4)	Valor de importancia del indicador	Estado de conservación en%
1. Estructura y composición						
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área.	0	**2**	0	0	2	2.38
Presencia de estratos en la vegetación natural actual.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies indicadoras del tipo de vegetación.	0	0	**3**	0	3	3.57
Riqueza florística específica.	0	**2**	0	0	2	2.38
Regeneración natural de especies indicadoras.	0	**2**	0	0	2	2.38
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**1**	0	0	0	1	1.19
Endemismo florístico.	0	0	**3**	0	3	3.57
Presencia de especies nativas.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies exóticas.	0	0	**3**	0	3	3.57
2. Manejo y Aprovechamiento						
Diversidad de especies maderables.	0	0	0	**4**	4	4.76
Abundancia de especies maderables.	0	0	0	**4**	4	4.76
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido).	0	**2**	0	0	2	2.38
Estética dentro del ecosistema (Preservación de belleza escénica).	**1**	0	0	0	1	1.19
3. Población Asociada						
Densidad de población dentro del ecosistema.	**1**	0	0	0	1	1.19
Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal.	0	**2**	0	0	2	2.38
4. Matriz del entorno del ecosistema						
Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.	0	**2**	0	0	2	2.38
5. Presencia de fuentes de agua en el ecosistema						
Presencia de cuerpos de agua dentro del ecosistema.	0	0	0	**4**	4	4.76
Permanencia de los cuerpos de agua.	0	0	0	**4**	4	4.76
Calidad del agua.	0	**2**	0	0	2	2.38
6. Problemática socio-ambiental						
Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. Protección.	0	**2**	0	0	2	2.38
Presencia de incendios forestales.	0	0	**3**	0	3	3.57
ESTADO DE CONSERVACIÓN REAL					**55**	**65.48**

Con el fin de obtener una representación más precisa del estado de conservación, se incorpora posteriormente una gráfica de evaluación para cada una de las variables analizadas.

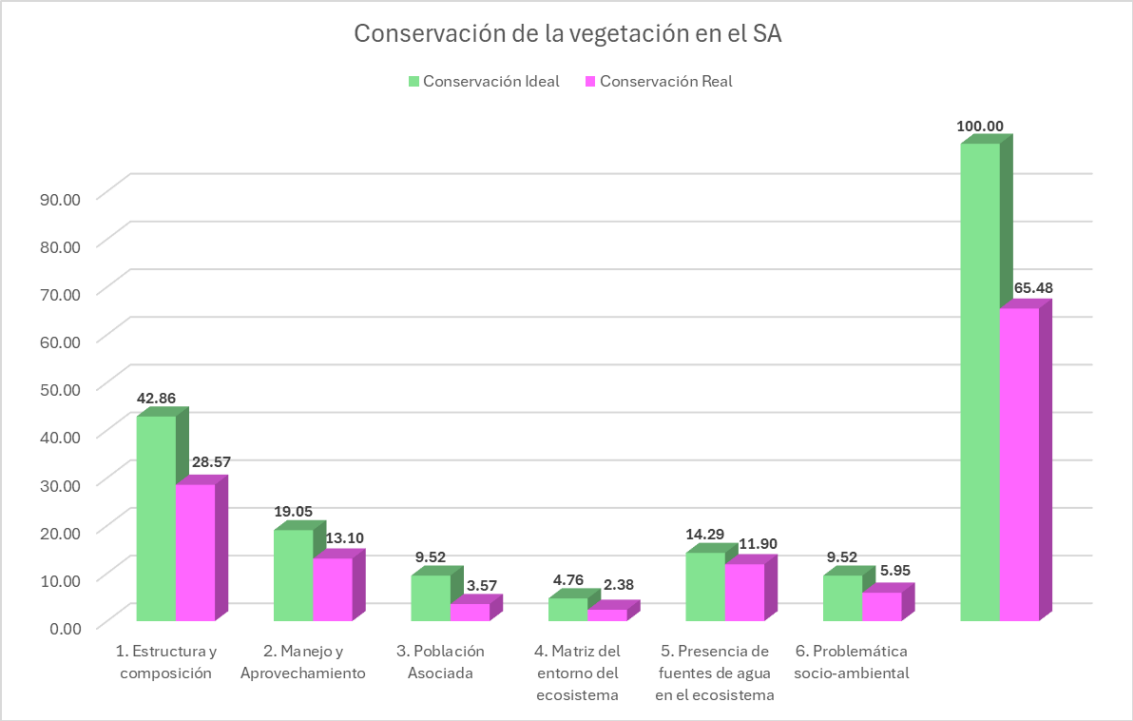


Figura 51. Evaluación por variables del estado de conservación del SA.

De acuerdo con la aplicación de los indicadores y criterios establecidos para la evaluación del estado de conservación, los resultados integrados muestran que el estado de conservación general del ecosistema en el **Sistema Ambiental (SA)** se clasifica como **"medio"**, con un valor porcentual de **65.48%**, lo cual indica que la vegetación presenta modificaciones claras en la estructura y composición; fragmentación parcial; disturbios frecuentes pero no dominantes; procesos ecológicos parcialmente funcionales.

IV.2.1.2.1.3.2 Estado de conservación en el Área del Proyecto (AP)

Con base a la información obtenida en campo y gabinete, se realizó la asignación del valor correspondiente para cada indicador, quedando como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 55. Evaluación del estado de conservación para el AP.

Variables e Indicadores	Malo (1)	Regular (2)	Bueno (3)	Muy bueno (4)	Valor de importancia del indicador	Estado de conservación en%
1. Estructura y composición						
Cobertura vegetal con relación a la superficie total del área.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de estratos en la vegetación natural actual.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies indicadoras del tipo de vegetación.	0	**2**	0	0	2	2.38
Riqueza florística específica.	0	0	**3**	0	3	3.57
Regeneración natural de especies indicadoras.	0	0	**3**	0	3	3.57
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**1**	0	0	0	1	1.19
Endemismo florístico.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies nativas.	0	0	0	**4**	4	4.76
Presencia de especies exóticas.	0	0	**3**	0	3	3.57
2. Manejo y Aprovechamiento						

Variables e Indicadores	Malo (1)	Regular (2)	Bueno (3)	Muy bueno (4)	Valor de importancia del indicador	Estado de conservación en%
Diversidad de especies maderables.	0	0	0	**4**	4	4.76
Abundancia de especies maderables.	0	0	0	**4**	4	4.76
Silvicultura (Aprovechamiento bajo principios de manejo sostenido).	0	0	0	**4**	4	4.76
Estética dentro del ecosistema (Preservación de belleza escénica).	0	**2**	0	0	2	2.38
3. Población Asociada						
Densidad de población dentro del ecosistema.	0	0	0	**4**	4	4.76
Porcentaje de uso de tierras vs. Porcentaje de cobertura vegetal.	0	0	0	**4**	4	4.76
4. Matriz del entorno del ecosistema						
Grado de modificación del paisaje debido a la presencia de cultivos.	0	0	0	**4**	4	4.76
5. Presencia de fuentes de agua en el ecosistema						
Presencia de cuerpos de agua dentro del ecosistema.	**1**	0	0	0	1	1.19
Permanencia de los cuerpos de agua.	**1**	0	0	0	1	1.19
Calidad del agua.	0	0	**3**	0	3	3.57
6. Problemática socio-ambiental						
Conflicto entre uso agropecuario/forestal vs. Protección.	**1**	0	0	0	1	1.19
Presencia de incendios forestales.	0	**2**	0	0	2	2.38
ESTADO DE CONSERVACIÓN REAL					**62**	**73.81**

Con el fin de obtener una representación más precisa del estado de conservación, se incorpora posteriormente una gráfica de evaluación para cada una de las variables analizadas.

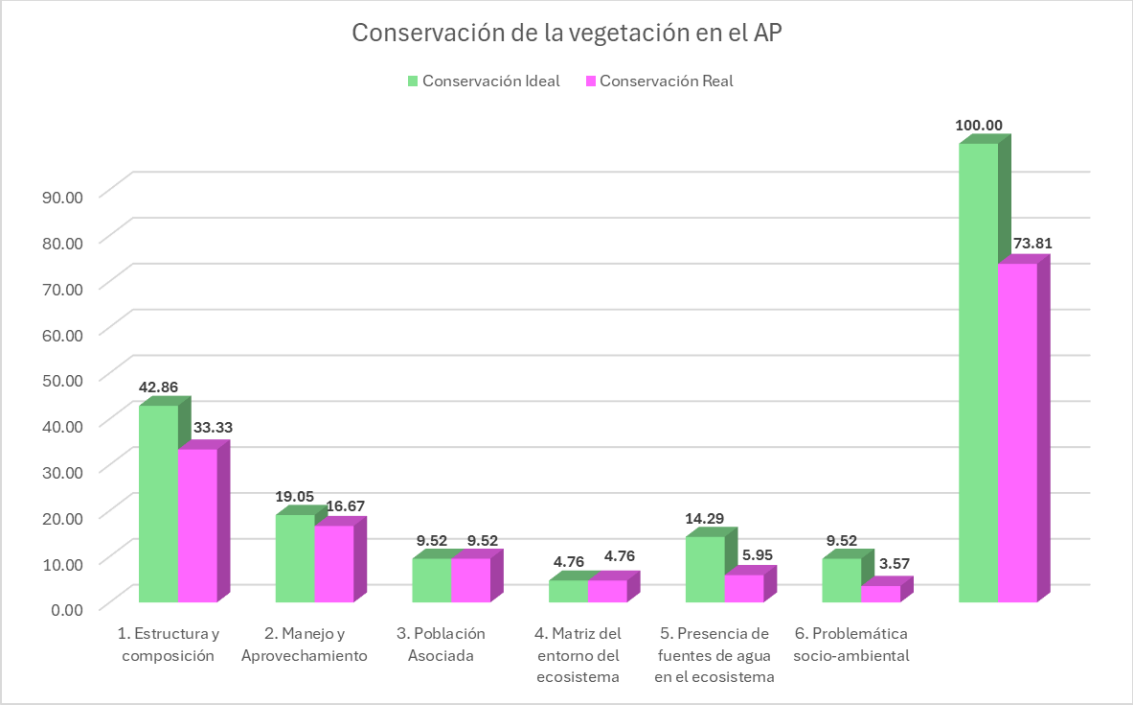


Figura 52. Evaluación por variables del estado de conservación del AP.

De acuerdo con la aplicación de los indicadores y criterios establecidos para la evaluación del estado de conservación, los resultados integrados muestran que el estado de conservación general del ecosistema en el **Área del Proyecto (AP)** se clasifica como **"Bueno"**, con un valor porcentual de **73.81%**, lo cual indica, vegetación

mayormente conservada con alteraciones leves y localizadas; conectividad ecológica moderada-alta; disturbios antrópicos de baja intensidad; regeneración natural evidente.

IV.2.1.2.1.4 Caracterización de la vegetación

Para caracterizar la vegetación del **Sistema Ambiental (SA)** y **Área del Proyecto (AP)**, se realizó un muestreo forestal de tipo aleatorio estructurando la vegetación conforme a los estratos arbóreo (incluyendo la regeneración), arbustivo, herbáceo y otras formas de vida.

Información de campo

La justificación del diseño de muestreo aleatorio se basó en que la cubierta forestal de CUSTF del "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**" es de un solo tipo de vegetación, identificado como **selva baja caducifolia,** mismo tipo de vegetación a comparar con el Sistema Ambiental (SA). Por la variabilidad de la densidad de vegetación y las condiciones medioambientales dadas por las variaciones de humedad, pendiente, profundidad del suelo, radiación solar entre otras fue necesario separar por estratos, es decir, una rodalización y obtener una mejor homogeneidad en las condiciones de la vegetación. Las actividades de muestreo se realizaron en los meses de **noviembre** y **diciembre del 2025.**

Dadas las diferentes amplitudes del proyecto, se decidió establecer sitios con las mismas dimensiones, para la SA como para el AP, siendo las siguientes:

Tabla 56. Dimensiones de los sitios de muestreo en el SA y AP.

Área de estudio	Número de sitios de 500 m^2	Número de sitios de 100 m^2	Número de sitios de 1 m^2
Sistema Ambiental	9	9	45
Área del Proyecto (CUSTF)	9	9	45

Estratificación de las especies de flora

Las clases o formas de vida que adoptan las plantas para su desarrollo se refieren a formas de crecimiento. Para definirlas se usan características como la altura, la consistencia, leñosa o herbácea, la forma del tallo y de las hojas, la pérdida o persistencia del follaje y otros aspectos. Las formas de crecimiento son usadas para caracterizar la estructura y la fisonomía de la vegetación debido a que algunas son dominantes o más conspicuas en la comunidad.

De acuerdo con lo anterior, por la composición de la vegetación identificada en el predio, se identificaron 4 diferentes estratos de acuerdo con el criterio de forma de vida, conforme a los siguientes conceptos:

Árbol: planta perenne de tronco leñoso (produce madera) y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo (mayor a 30 cm); constituye un elemento del ecosistema, pero en forma individual tiene una existencia limitada.

Regeneración (arbórea): planta leñosa, con diámetro normal menor a 7 cm, son producto de la germinación de frutos y semillas de árboles de mayores dimensiones (>7 cm de DN).

Arbusto: planta leñosa, por lo general menor de 5 metros de altura, cuyo tallo se ramifica desde la base (PROY-NOM-005-SEMARNAT-2012, Que establece los criterios para realizar el aprovechamiento

sustentable de los recursos forestales no maderables existentes en los ecosistemas forestales; bosques de clima templado frío, selvas y zonas áridas y semiáridas-Especificaciones técnicas).

Otras formas de vida: Se incluyen familias de plantas epífitas, suculentas y, en gran mayoría, espinosas, conocidas en conjunto como cactos o cactus, así como especies con hojas en formas de rosetas, arregladas en espiral alrededor de un tallo corto, en cuyos bordes hay espinas marginales y una terminal en el ápice.

Herbácea: Hay dos formas principales de crecimiento herbáceo: graminoides (gramíneas o plantas con apariencia de gramínea) y "forbias" (término que casi no se usa en México, del inglés forb, castellanizado a forbia por el sistema UNESCO), para referirse a plantas herbáceas, no gramíneas ni graminoides, ejemplos tréboles, girasoles, helechos, etc. (algunos autores sugieren que las "forbias" tengan además importancia forrajera). Incluye las gramíneas (Poaceae) y graminoides (Cyperaceae, Juncaceae y formas afines), así como diferentes herbáceas hidrófilas, tanto arraigadas como flotantes.

De acuerdo a lo anterior, el levantamiento de la información de campo se dividió en 4 estratos por sitio: arbóreo (500 m^2 y regeneración en 100 m^2), arbustivo y otras formas de vida (100 m^2), y herbáceo (1m^2).

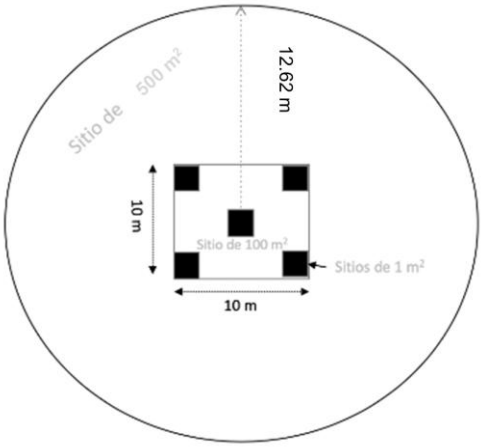


Figura 53. Forma y tamaño de los sitios de muestreo de flora.

De acuerdo a lo anterior, para el muestreo de la flora, se utilizaron sitios circulares de 500 m^2 para identificar las especies del estrato arbóreo, a su vez se delimitó un sub-sitio de forma cuadrada de 100 metros cuadrados al centro del sitio circular de 500 m^2 para contabilizar las especies de los estratos arbustivo y otras formas de vida, además de la regeneración (arbórea), y 5 subsitios de 1 m^2 para contabilizar las especies del estrato herbáceo.

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^2 y 500 m^2, 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.

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.

La información recabada en el campo se agrupa en un tipo de vegetación siendo este **selva baja caducifolia** y a su vez cada uno se divide en 4 grupos, dividiendo la flora en arbóreo (incluyendo regeneración), arbustivo, otras formas de vida y herbáceo. En el estrato arbóreo se capta información sobre las características generales (especies, diámetro normal de aquellos individuos iguales o mayores a 7 cm y altura total, y los ejemplares de

regeneración los individuos con diámetros menores a 7 cm), 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 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:

- Carta topográfica E13B42.
- Posicionadores geográficos, Cámara fotográfica, Binoculares.
- Brújulas, Clinómetros, Forcípula, Altímetros, Flexómetro.
- Cuerda compensada, Computadora de bolsillo, Tablas de apoyo, Lápices.
- Machetes, Equipo de campamento, vehículos de transporte.











Figura 54. Actividades de muestreo de flora in-situ.

Ubicación georeferenciada de los sitios de muestreo

Como se puede observar en las figura y tablas siguientes, los sitos de muestreo de la **Sistema Ambiental (SA)** se ubican fuera del **Área del Proyecto (AP)** y de manera dispersa, esto es debido a la fragmentación del ecosistema y la superficie forestal existente cubierta con vegetación de **selva baja caducifolia**. Cabe precisar que las coordenadas que se presentan a continuación, están en un sistema de coordenadas **WGS 1984**, proyección **UTM Zona 13 Norte.**

Tabla 57. Coordenadas del centroide de los sitios de muestreo de flora en el AP.

Sitio	X	Y
1	568265	2113725
2	568245	2113702
3	568270	2113685
4	568291	2113714
5	568321	2113710
6	568306	2113688
7	568329	2113674
8	568349	2113702
9	568357	2113670

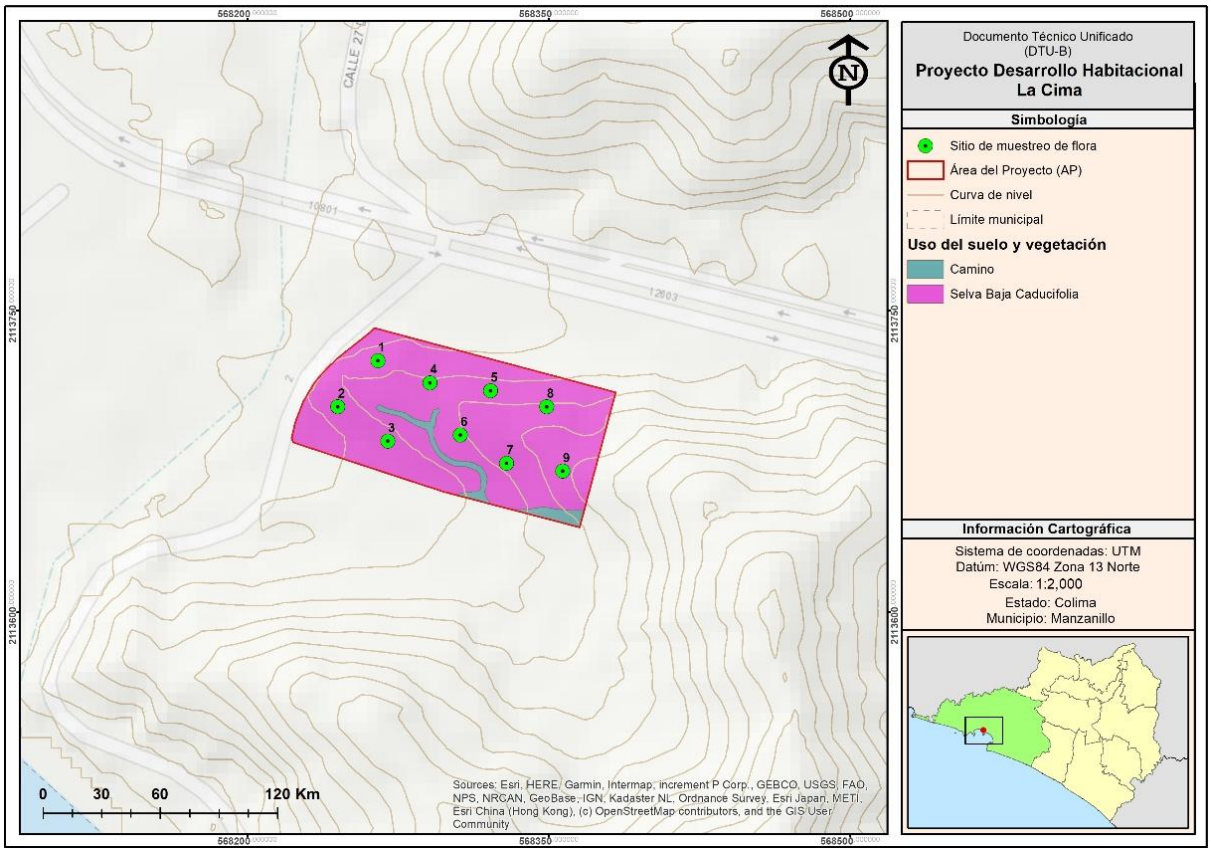


Figura 55. Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el AP.

Tabla 58. Coordenadas del centroide de los sitios de muestreo de flora en el SA.

Sitio	X	Y
1	568418	2113595
2	566341	2114634
3	566271	2114710
4	566179	2114665
5	566075	2114664
6	568463	2113631
7	568477	2113499
8	568193	2113572
9	568292	2113562

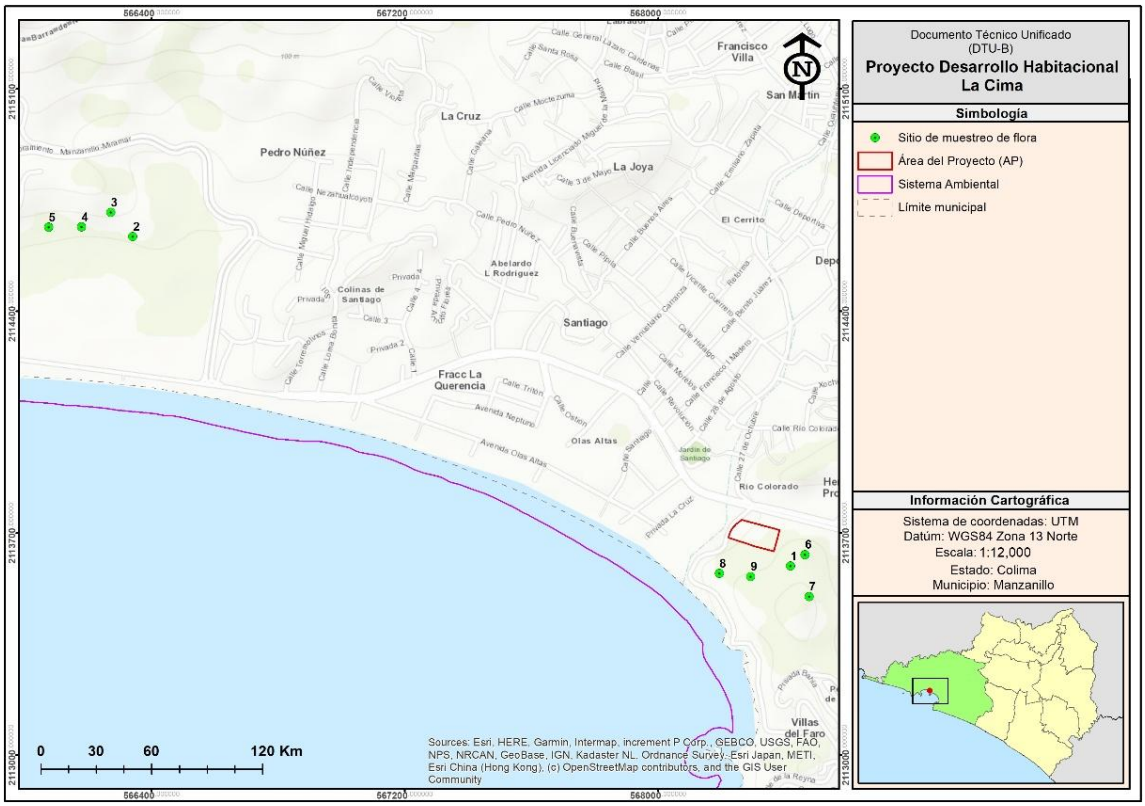


Figura 56. Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el SA.

IV.2.1.2.1.4.1 Caracterización de la vegetación del Sistema Ambiental (SA)

Con base en esta diferenciación de las formas de vida o formas biológicas para el SA, se logra entender la composición de la vegetación en grupos fisionómicamente distintivo y son indicadoras de las condiciones ambientales bajo las cuales se han desarrollado.

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies encontradas en la vegetación de SBC en el SA.

Tabla 59. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el SA.

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
1	Arbóreo	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
2	Arbóreo	Huizcolote	*Acacia hindsii*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
3	Arbóreo	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	No incluida	No incluida	Vulnerable (VU)	Nativa
4	Arbóreo	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
5	Arbóreo	Copal	*Bursera excelsa*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
6	Arbóreo	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
7	Arbóreo	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
8	Arbóreo	Iguanero	*Cenostigma eriostachys*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
9	Arbóreo	Ayoyote	*Cascabela ovata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
10	Arbóreo	Chamizo	*Casearia nitida*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
11	Arbóreo	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
12	Arbóreo	Borcelano	*Chloroleucon mangense*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
13	Arbóreo	Botoncillo	*Cordia alliodora*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
14	Arbóreo	Tamborcillo	*Cordia dentata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
15	Arbóreo	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
16	Arbóreo	Coliguana	*Cordia seleriana*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
17	Arbóreo	Coral	*Coulteria platyloba*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
18	Arbóreo	Bulillo	*Crataeva tapia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
19	Arbóreo	Zalate	*Ficus velutina*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
20	Arbóreo	Olivillo	*Forchhammeria pallida*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
21	Arbóreo	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
22	Arbóreo	Brasil	*Haematoxylum brasiletto*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
23	Arbóreo	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
24	Arbóreo	Bonete	*Jacaratia mexicana*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
25	Arbóreo	Garrapato	*Lonchocarpus constrictus*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
26	Arbóreo	Cuero de indio	*Lonchocarpus eriocarinalis*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
27	Arbóreo	Tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
28	Arbóreo	Vidrillo	*Margaritaria nobilis*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
29	Arbóreo	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
30	Arbóreo	Manzanito	*Recchia mexicana*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
31	Arbóreo	Primavera	*Roseodendron donnell-smithii*	No incluida	Apéndice II	Preocupación menor (LC)	Nativa
32	Arbóreo	Vainillo	*Senna atomaria*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
33	Arbóreo	Ciruelo	*Spondia purpurea*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
34	Arbóreo	Azajar	*Styrax ramirezii*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
35	Arbustivo	Pica Pendejos	*Bonellia macrocarpa*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
36	Arbustivo	Tabachincillo	*Caesalpinia pulcherrima*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
37	Arbustivo	Garabato de Iguana	*Celtis iguanaea*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
38	Arbustivo	Mata corchosa	*Croton suberosus*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
39	Arbustivo	Limoncillo T. Guayabo	*Guettarda elliptica*	No incluida	No incluida	En peligro crítico (CR)	Nativa
40	Arbustivo	Gorda dura	*Hyperbaena ilicifolia*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
41	Arbustivo	Crucillo	*Randia armata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
42	Arbustivo	Carricillo	*Rhipidocladum racemiflorum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
43	Arbustivo	Vara prieta	*Russelia sarmentosa*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
44	Arbustivo	Arbusto de la Paloma	*Salpianthus arenarius*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
45	Arbustivo	Senna cafecillo	*Senna obtusifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
46	Arbustivo	Abrojo	*Triumfetta semitriloba*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
47	Otras formas de vida	Tazajo	*Acanthocereus tetragonus*	No incluida	Apéndice II	Preocupación menor (LC)	Nativa
48	Otras formas de vida	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
49	Otras formas de vida	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
50	Otras formas de vida	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
51	Otras formas de vida	Bejuco peineta	*Combretum fruticosum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
52	Otras formas de vida	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	No incluida	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
53	Otras formas de vida	Nopal chaparro	*Opuntia decumbens*	No incluida	Apéndice II	Preocupación menor (LC)	Nativa
54	Otras formas de vida	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	No incluida	Apéndice II	Preocupación menor (LC)	Endémica
55	Otras formas de vida	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
56	Herbaceo	Golondrina	*Carlowrightia arizonica*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
57	Herbaceo	Tripa de pollo	*Commelina diffusa*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Exótica
58	Herbaceo	Maleza de las lomas	*Dicliptera resupinata*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
59	Herbaceo	Cordoncillo	*Elytraria imbricata*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
60	Herbaceo	Pasto huevero	*Oplismenus compositus*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
61	Herbaceo	Pasto tanzania	*Panicum maximum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
62	Herbaceo	Arriscale patras	*Petiveria alliacea*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
63	Herbaceo	Hierba del venado	*porophyllum ruderale*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
64	Herbaceo	Chayotillo tronador	*Sicyos barbatus*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
65	Herbaceo	Guinar escobero	*Sida glabra*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa

Dominancia de especies nativas, endémicas y exóticas

Se realizó un análisis de importancia ecológica de las especies que integran el SA, bajo las categorías de (***Nativa, Endémica y Exótica e Invasoras***), para cada uno de los estratos.

Se encontraron 65 especies, todas las especies encontradas en el estrato arbóreo y regeneración son especies nativas, así como también para el estrato arbustivo; en el estrato de otras especies se registraron 5 especies nativas, 3 endémicas y 1 exótica-invasora; en el estrato herbáceo se registró 9 especies nativas y 1 especie exótica.

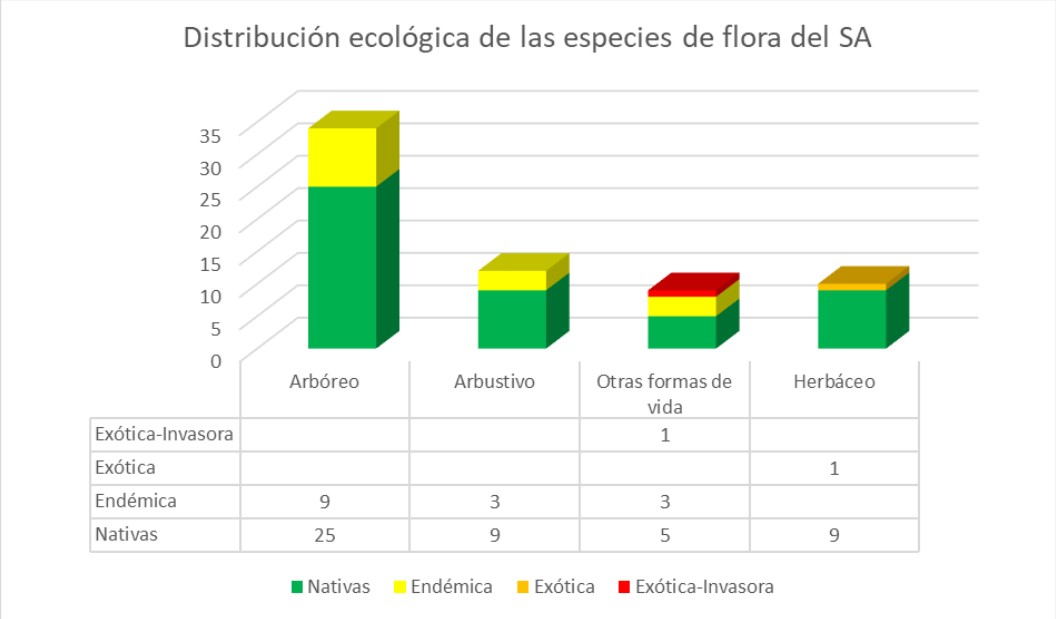


Figura 57. Distribución de especies de flora nativas, endémicas y exóticas para el SA.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actual ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)

De acuerdo con los resultados del muestreo en el SA, **no se identificaron especies** bajo algún estatus, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actual ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

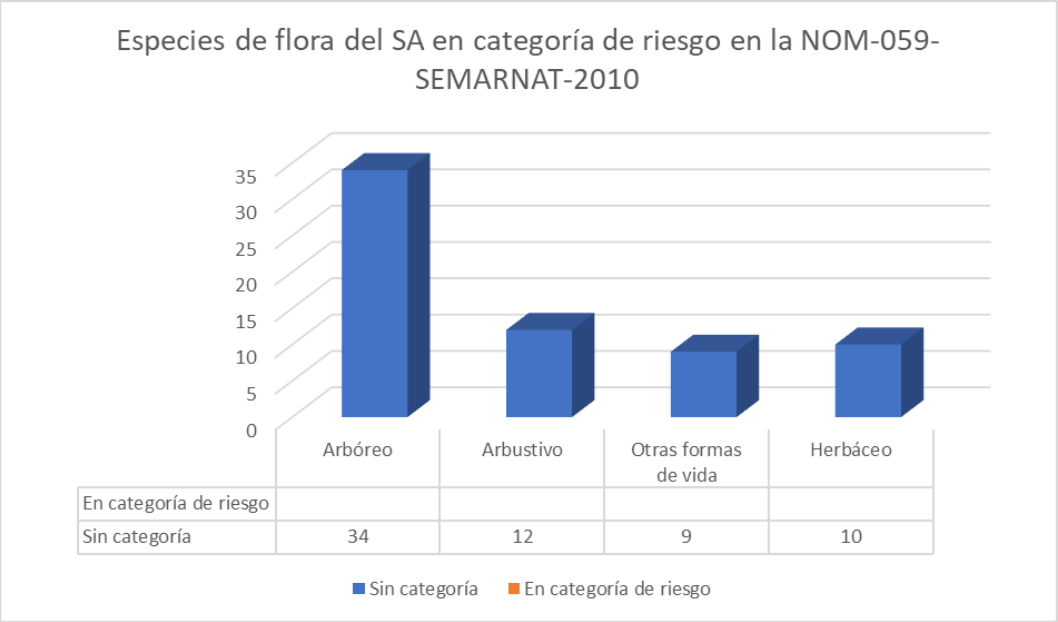


Figura 58. Número de especies de flora por estratos en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SA.

IV.2.1.2.1.4.2 Caracterización de la vegetación del Área del Proyecto (AP)

A continuación, se presenta el listado florístico de las especies de flora en el Área del Proyecto (AP) en la vegetación de SBC.

Tabla 60. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el AP.

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
1	Arbóreo	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
2	Arbóreo	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	No incluida	No incluida	Vulnerable (VU)	Nativa
3	Arbóreo	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
4	Arbóreo	Copal	*Bursera excelsa*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
5	Arbóreo	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
6	Arbóreo	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
7	Arbóreo	Iguanero	*Cenostigma eriostachys*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
8	Arbóreo	Ayoyote	*Cascabela ovata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
9	Arbóreo	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
10	Arbóreo	Tamborcillo	*Cordia dentata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
11	Arbóreo	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
12	Arbóreo	Coliguana	*Cordia seleriana*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
13	Arbóreo	Coral	*Coulteria platyloba*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Endémica
14	Arbóreo	Bulillo	*Crataeva tapia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
15	Arbóreo	Zalate	*Ficus velutina*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
16	Arbóreo	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
17	Arbóreo	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
18	Arbóreo	Tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
19	Arbóreo	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
20	Arbóreo	Ciruelo	*Spondia purpurea*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
21	Arbóreo	Azajar	*Styrax ramirezii*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
22	Arbustivo	Pica Pendejos	*Bonellia macrocarpa*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
23	Arbustivo	Tabachincillo	*Caesalpinia pulcherrima*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
24	Arbustivo	Limoncillo T. Guayabo	*Guettarda elliptica*	No incluida	No incluida	En peligro crítico (CR)	Nativa
25	Arbustivo	Gorda dura	*Hyperbaena ilicifolia*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
26	Arbustivo	Crucillo	*Randia armata*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
27	Arbustivo	Carricillo	*Rhipidocladum racemiflorum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
28	Arbustivo	Vara prieta	*Russelia sarmentosa*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
29	Arbustivo	Arbusto de la Paloma	*Salpianthus arenarius*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
30	Arbustivo	Senna cafecillo	*Senna obtusifolia*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
31	Arbustivo	Abrojo	*Triumfetta semitriloba*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Nativa
32	Otras formas de vida	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
33	Otras formas de vida	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
34	Otras formas de vida	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
35	Otras formas de vida	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	No incluida	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
36	Otras formas de vida	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	No incluida	Apéndice II	Preocupación menor (LC)	Endémica
37	Otras formas de vida	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
38	Herbaceo	Golondrina	*Carlowrightia arizonica*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
39	Herbaceo	Tripa de pollo	*Commelina diffusa*	No incluida	No incluida	Preocupación menor (LC)	Exótica
40	Herbaceo	Cordoncillo	*Elytraria imbricata*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
41	Herbaceo	Pasto tanzania	*Panicum maximum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
42	Herbaceo	Hierba del venado	*porophyllum ruderale*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
43	Herbaceo	Chayotillo tronador	*Sicyos barbatus*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
44	Herbaceo	Guinar escobero	*Sida glabra*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa

Dominancia de especies nativas, endémicas y exóticas

En el Área del Proyecto (AP) se registró un total de **44 especies** vegetales. En los estratos arbóreo, de regeneración y arbustivo, la totalidad de las especies identificadas corresponden a especies nativas, lo que indica la persistencia de elementos propios de la vegetación original del sitio. En el estrato de otras especies, se identificaron dos especies nativas, tres especies endémicas y una especie exótica-invasora, evidenciando una mezcla de componentes naturales y de disturbio. Por su parte, en el estrato herbáceo se registraron seis especies nativas y una especie exótica, lo que sugiere la presencia de procesos de perturbación moderada asociados a la dinámica del uso del suelo.

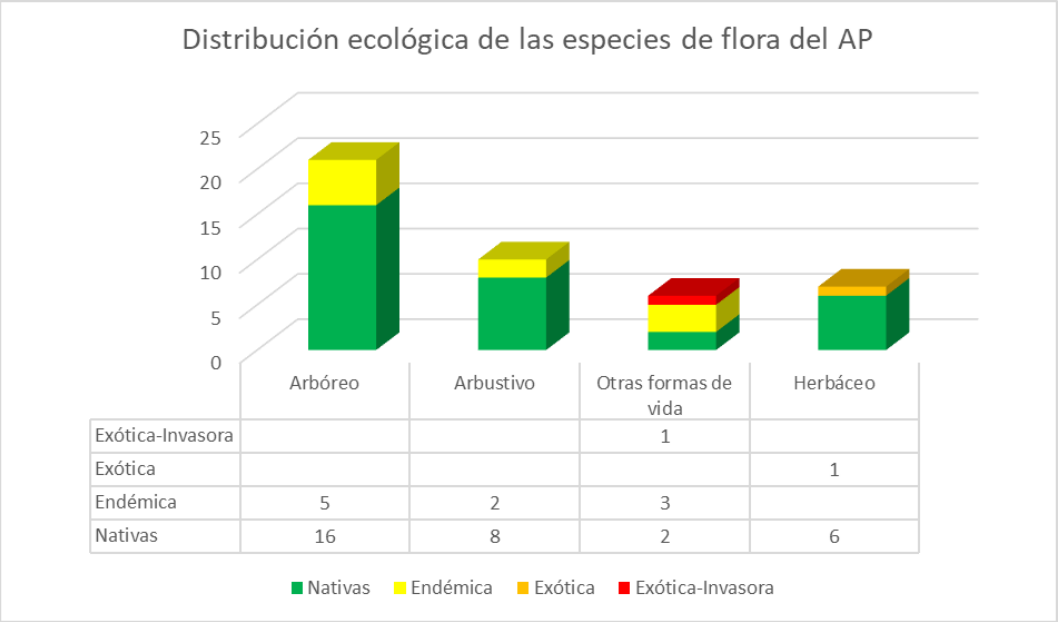


Figura 59. Distribución de especies de flora nativas, endémicas y exóticas para el AP.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actual ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)

De acuerdo con los resultados del muestreo en el AP, **no se identificaron especies** bajo algún estatus, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actual ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019).

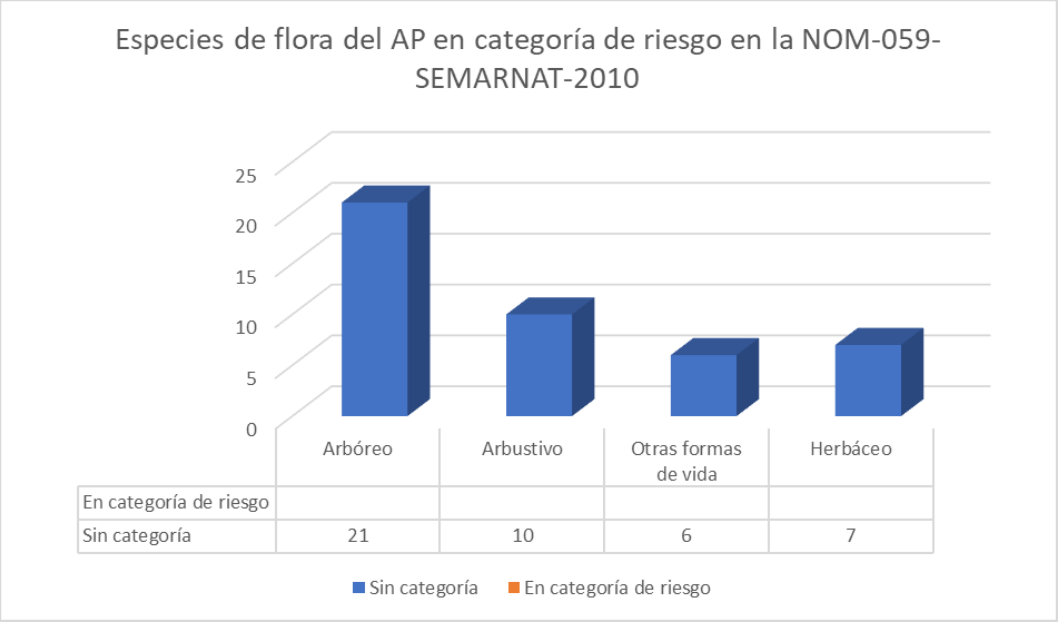


Figura 60. Número de especies de flora por estratos en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el AP.

IV.2.1.2.1.5 Análisis de la diversidad de la vegetación

IV.2.1.2.1.5.1 Abundancia e Índice de Valor de Importancia de la vegetación

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
Atotal = Número Total de individuos de todas las especies

El **Índice de valor de importancia** define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema, es decir, aquellas con los valores más altos definirán tanto la forma en la que, teóricamente el resto de las especies puede comportarse, ya que, en ambientes perturbados, este índice será alcanzado por aquellas especies con una mayor resistencia a condiciones adversas, mientras que, en aquellos bien conservados, las especies primarias serán las que destaquen por su valor.

IVI = DR + FR + DoR

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia
DR = Densidad relativa
FR = Frecuencia relativa
DoR = Dominancia relativa

Se determinaron los parámetros estructurales de las comunidades vegetales como densidad de plantas por hectárea y cobertura, además, se calcularon los parámetros ecológicos de la comunidad vegetal, tales como: densidad, dominancia y frecuencia relativas, tal como se indica a continuación:

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.

$$\boldsymbol{Frecuencia\ relativa} = \frac{Frecuencia\ por\ cada\ especie}{Frecuencia\ de\ todas\ las\ especies} x100$$

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.

$$\boldsymbol{Densidad\ relativa} = \frac{Densidad\ por\ especie}{Densidad\ de\ todas\ las\ especies} x100$$

Dominancia relativa (DoR).- Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de las especies en el suelo.

$$\boldsymbol{Dominancia\ relativa} = \frac{Dominancia\ (cobertura)\ de\ una\ especie}{Dominancia\ de\ todas\ las\ espcies} x100$$

Los datos para este cálculo se obtuvieron a partir de la información levantada en el muestreo propio, obteniéndose los siguientes resultados:

IV.2.1.2.1.5.1.1 Análisis de la abundancia e Índice de Valor de Importancia de la vegetación en el Sistema Ambiental (SA)

Estrato arbóreo

La estructura de la comunidad arbórea muestra una densidad total de **2,144.3 individuos por hectárea**, con una distribución desigual de los individuos entre las especies. ***Coulteria platyloba*** presenta la mayor densidad (**340 ind/ha**), concentrando el **15.86%** de la densidad relativa (DR), seguida por *Roseodendron donnell-smithii* con 322.2 ind/ha (15.03%) y *Heliocarpus terebinthinaceus* con 242.2 ind/ha (11.30%). Estas especies dominan numéricamente el estrato y reflejan una marcada agregación de individuos en pocos taxa. Otras especies con aportes relevantes en términos de densidad son *Bursera grandifolia* (131.1 ind/ha; DR = 6.11%), *Forchhammeria pallida* (111.1 ind/ha; DR = 5.18%), *Crataeva tapia* (108.9 ind/ha; DR = 5.08%) y *Cenostigma eriostachys* (102.3 ind/ha; DR = 4.77%), que en conjunto refuerzan la importancia cuantitativa de un grupo reducido de especies. En contraste, especies como *Margaritaria nobilis* y *Pithecellobium dulce* (4.4 ind/ha; DR = 0.21%), así como *Acacia hindsii*, *Ficus velutina*, *Jacaratia mexicana*, *Lysiloma divaricatum* y *Senna atomaria* (6.7 ind/ha; DR = 0.31%), presentan una representación baja dentro del total de individuos.

Tabla 61. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para SBC en el SA.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	31.1	1.45%	2.90%	1.29%	5.64%
2	Huizcolote	*Acacia hindsii*	6.7	0.31%	2.17%	0.24%	2.72%
3	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	8.9	0.42%	2.17%	1.34%	3.93%
4	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	26.7	1.25%	2.90%	2.39%	6.53%
5	Copal	*Bursera excelsa*	8.9	0.42%	1.45%	0.87%	2.73%
6	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	131.1	6.11%	5.07%	19.868%	31.05%
7	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	40.0	1.87%	2.17%	1.14%	5.18%
8	Iguanero	*Cenostigma eriostachys*	102.3	4.77%	4.35%	11.00%	20.12%
9	Ayoyote	*Cascabela ovata*	26.6	1.24%	2.90%	0.13%	4.27%
10	Chamizo	*Casearia nitida*	100.0	4.66%	2.17%	0.14%	6.98%
11	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	42.2	1.97%	2.90%	1.37%	6.23%
12	Borcelano	*Chloroleucon mangense*	28.9	1.35%	2.90%	0.77%	5.02%
13	Botoncillo	*Cordia alliodora*	35.5	1.66%	2.90%	2.28%	6.84%
14	Tamborcillo	*Cordia dentata*	20.0	0.93%	2.90%	1.47%	5.30%
15	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	31.1	1.45%	3.62%	11.88%	16.95%
16	Coliguana	*Cordia seleriana*	55.5	2.59%	2.90%	4.15%	9.64%
17	Coral	*Coulteria platyloba*	340.0	15.86%	2.90%	4.43%	23.18%
18	Bulillo	*Crataeva tapia*	108.9	5.08%	3.62%	2.36%	11.06%
19	Zalate	*Ficus velutina*	6.7	0.31%	1.45%	0.34%	2.10%
20	Olivillo	*Forchhammeria pallida*	111.1	5.18%	5.07%	1.12%	11.37%
21	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	40.0	1.87%	3.62%	1.08%	6.57%
22	Brasil	*Haematoxylum brasiletto*	53.3	2.49%	2.90%	3.54%	8.93%

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
23	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	242.2	11.30%	4.35%	10.42%	26.06%
24	Bonete	*Jacaratia mexicana*	6.7	0.31%	2.17%	0.21%	2.70%
25	Garrapato	*Lonchocarpus constrictus*	53.3	2.49%	4.35%	4.48%	11.31%
26	Cuero de indio	*Lonchocarpus eriocarinalis*	28.9	1.35%	2.90%	0.79%	5.03%
27	Tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	6.7	0.31%	2.17%	0.85%	3.34%
28	Vidrillo	*Margaritaria nobilis*	4.4	0.21%	1.45%	0.62%	2.28%
29	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	4.4	0.21%	1.45%	0.33%	1.98%
30	Manzanito	*Recchia mexicana*	26.6	1.24%	2.90%	0.29%	4.43%
31	Primavera	*Roseodendron donnell-smithii*	322.2	15.03%	2.17%	0.40%	17.60%
32	Vainillo	*Senna atomaria*	6.7	0.31%	2.17%	1.01%	3.50%
33	Ciruelo	*Spondia purpurea*	37.8	1.76%	4.35%	5.78%	11.90%
34	Azajar	*Styrax ramirezii*	48.9	2.28%	3.62%	1.64%	7.54%
Total			**2,144.3**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al analizar el Índice de Valor de Importancia (IVI) y sus componentes, se identifica que ***Bursera grandifolia*** alcanza el mayor peso ecológico de la comunidad (**IVI = 31.05%**), resultado de valores elevados y equilibrados de frecuencia relativa (FR = 5.07%), densidad relativa (DR = 6.11%) y, principalmente, dominancia relativa (DoR = 19.87%), lo que indica una contribución sobresaliente a la estructura horizontal del sitio. *Heliocarpus terebinthinaceus* ocupa el segundo lugar en importancia (IVI = 26.06%), combinando una alta densidad y una dominancia considerable (DoR = 10.42%), seguida por *Coulteria platyloba* (IVI = 23.18%), cuya relevancia se explica principalmente por su elevada densidad relativa, acompañada de valores moderados de frecuencia y dominancia. *Cenostigma eriostachys* también destaca (IVI = 20.12%) al integrar valores altos de DR (4.77%) y DoR (11.00%).

En un nivel intermedio de importancia se encuentran *Roseodendron donnell-smithii* (IVI = 17.60%), cuyo IVI está impulsado principalmente por su alta densidad relativa, aunque con baja dominancia, y *Cordia elaeagnoides* (IVI = 6.95%), que presenta una dominancia relativa elevada (11.88%) pese a una densidad moderada. Especies como *Spondias purpurea*, *Lonchocarpus constrictus*, *Forchhammeria pallida* y *Crataeva tapia* muestran IVI cercanos a 11%, reflejando una participación estructural relevante pero secundaria.

El resto de las especies exhibe valores bajos de FR, DR y DoR, lo que indica una menor influencia individual en la estructura del grupo; no obstante, estas contribuyen de manera significativa a la diversidad florística y a la heterogeneidad del sistema. En conjunto, los resultados evidencian una comunidad dominada estructural y numéricamente por pocas especies clave, acompañadas por un amplio conjunto de taxa de baja abundancia y menor peso ecológico.

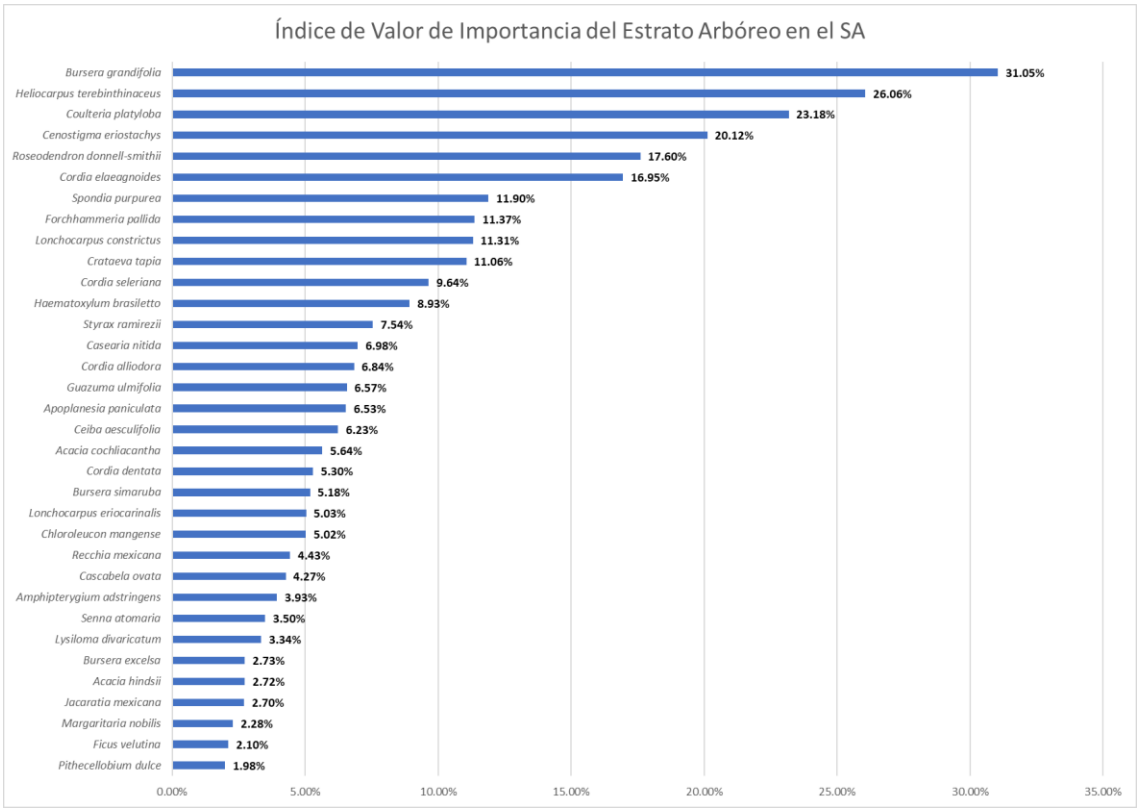


Figura 61. Índice de Valor de importancia del estrato arbóreo para SBC en el SA.

Estrato arbustivo

La comunidad arbustiva registra una densidad total de **1,666.7 individuos por hectárea**, evidenciando una marcada desigualdad en la distribución de los individuos entre las especies. ***Russelia sarmentosa*** presenta la mayor densidad (**522.2 ind/ha**), concentrando el **31.33%** de la densidad relativa (DR), seguida por *Randia armata* con 444.4 ind/ha (DR = 26.66%). Estas dos especies dominan numéricamente el estrato, aportando en conjunto más de la mitad de los individuos registrados. En un nivel secundario de abundancia se encuentran *Celtis iguanaea* (88.9 ind/ha; DR = 5.33%), *Salpianthus arenarius* (88.9 ind/ha; DR = 5.33%) y *Senna obtusifolia* (88.9 ind/ha; DR = 5.33%), mientras que *Caesalpinia pulcherrima* y *Hyperbaena ilicifolia* presentan densidades intermedias (77.8 ind/ha; DR = 4.67%). El resto de las especies muestra valores menores de individuos por hectárea, lo que refleja una participación cuantitativa más limitada dentro del conjunto arbustivo.

Tabla 62. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para SBC en el SA.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Pica Pendejos	*Bonellia macrocarpa*	44.4	2.66%	8.89%	0.44%	11.99%
2	Tabachincillo	*Caesalpinia pulcherrima*	77.8	4.67%	6.67%	2.50%	13.83%
3	Garabato de Iguana	*Celtis iguanaea*	88.9	5.33%	8.89%	4.63%	18.85%
4	Mata corchosa	*Croton suberosus*	55.6	3.34%	4.44%	3.83%	11.62%
5	Limoncillo T. Guayabo	*Guettarda elliptica*	44.4	2.66%	8.89%	5.60%	17.16%
6	Gorda dura	*Hyperbaena ilicifolia*	77.8	4.67%	6.67%	20.151%	31.49%
7	Crucillo	*Randia armata*	444.4	26.66%	15.56%	16.31%	58.53%
8	Carricillo	*Rhipidocladum racemiflorum*	77.8	4.67%	4.44%	5.37%	14.49%
9	Vara prieta	*Russelia sarmentosa*	522.2	31.33%	15.56%	32.04%	78.93%
10	Arbusto de la Paloma	*Salpianthus arenarius*	88.9	5.33%	6.67%	5.47%	17.47%
11	Senna cafecillo	*Senna obtusifolia*	88.9	5.33%	4.44%	1.54%	11.32%
12	Abrojo	*Triumfetta semitriloba*	55.6	3.34%	8.89%	2.11%	14.34%
Total			**1,666.7**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al integrar los componentes estructurales mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), se observa que ***Russelia sarmentosa*** es la especie con mayor peso ecológico (**IVI = 78.93%**), resultado de su elevada densidad relativa (31.33%), alta frecuencia relativa (FR = 15.56%) y la mayor dominancia relativa registrada (DoR = 32.04%). En segundo término se ubica *Randia armata* (IVI = 58.53%), cuya relevancia se explica por valores altos y equilibrados de DR (26.66%), FR (15.56%) y DoR (16.31%), lo que indica una amplia distribución y un papel estructural clave en el sitio. *Hyperbaena ilicifolia* ocupa el tercer lugar en importancia (IVI = 31.49%), destacando principalmente por su elevada dominancia relativa (DoR = 20.15%), a pesar de presentar una densidad moderada.

En un nivel intermedio se encuentran *Celtis iguanaea* (IVI = 18.85%), *Salpianthus arenarius* (IVI = 17.47%) y *Guettarda elliptica* (IVI = 17.16%), especies que combinan valores moderados de frecuencia, densidad y dominancia, reflejando una participación estructural relevante pero no dominante.

Las especies con IVI más bajos, como *Bonellia macrocarpa*, *Croton suberosus* y *Senna obtusifolia*, presentan contribuciones menores en al menos uno de los componentes (FR, DR o DoR), lo que limita su peso ecológico individual. No obstante, estas especies aportan a la diversidad y complejidad del estrato arbustivo. En conjunto, los resultados indican una comunidad claramente dominada por pocas especies clave, acompañadas por un grupo amplio de taxa de importancia ecológica secundaria.

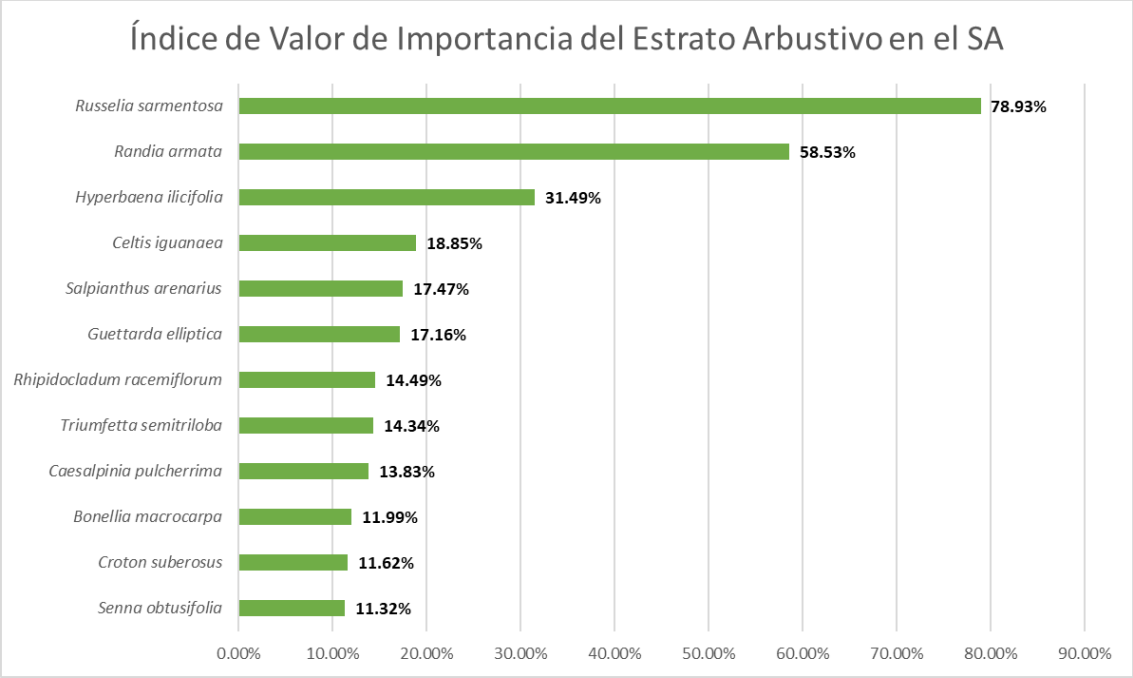


Figura 62. Índice de Valor de importancia del estrato arbustivo para SBC en el SA.

Estrato otras formas de vida

La comunidad otras formas de vida presenta una densidad total de **1,099.9 individuos por hectárea**, con una marcada concentración de individuos en pocas especies dominantes. ***Combretum fruticosum*** exhibe la mayor abundancia, con **488.9 ind/ha**, lo que representa el **44.45%** de la densidad relativa (DR), evidenciando un claro

predominio numérico. En segundo término se sitúa *Serjania mexicana* con 222.2 ind/ha (DR = 20.20%), seguida por *Aristolochia taliscana* (122.2 ind/ha; DR = 11.11%) y *Celastrus pringlei* (77.8 ind/ha; DR = 7.07%). El resto de las especies, como *Antigonon flavescens*, *Acanthocereus tetragonus*, *Cryptostegia grandiflora*, *Opuntia decumbens* y *Pachycereus pecten-aboriginum*, presentan densidades bajas y aportes individuales menores al 6% de la densidad relativa, reflejando una distribución cuantitativa subordinada dentro del conjunto.

Tabla 63. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato otras formas de vida para SBC en el SA.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Tazajo	*Acanthocereus tetragonus*	33.3	3.03%	6.06%	0.07%	9.16%
2	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	55.6	5.06%	6.06%	6.97%	18.08%
3	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	122.2	11.11%	18.18%	10.72%	40.01%
4	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	77.8	7.07%	9.09%	13.39%	29.56%
5	Bejuco peineta	*Combretum fruticosum*	488.9	44.45%	21.21%	62.49%	128.15%
6	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	33.3	3.03%	6.06%	0.80%	9.89%
7	Nopal chaparro	*Opuntia decumbens*	33.3	3.03%	3.03%	0.80%	6.86%
8	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	33.3	3.03%	9.09%	1.41%	13.52%
9	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	222.2	20.20%	21.21%	3.35%	44.76%
Total			**1,099.9**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI**= Índice de Valor de Importancia.

Al l integrar los parámetros estructurales, el Índice de Valor de Importancia confirma la supremacía ecológica de ***Elytraria imbricata***, que alcanza el IVI más alto (**108.87%**), sustentado por valores elevados y consistentes de frecuencia relativa (33.77%), densidad relativa (38.67%) y dominancia relativa (36.44%).

En un nivel intermedio de relevancia se ubica *Carlowrightia arizonica* (IVI = 34.00%), resultado de una combinación equilibrada de FR (12.99%), DR (10.00%) y DoR (11.02%). *Panicum maximum* (IVI = 25.99%) y *Commelina diffusa* (IVI = 25.42%) muestran una importancia estructural similar, asociada a densidades relativamente altas y una presencia espacial constante.Las especies *Sida glabra* (IVI = 22.51%), *Dicliptera resupinata* (IVI = 18.61%) y *Porophyllum ruderale* (IVI = 18.00%) contribuyen de manera moderada a la estructura del sitio.

Mientras que *Sicyos barbatus* (IVI = 17.31%), *Petiveria alliacea* (IVI = 16.67%) y *Oplismenus compositus* (IVI = 12.62%) presentan los valores más bajos, lo que indica una menor influencia ecológica. En conjunto, los resultados describen una comunidad herbácea dominada estructural y funcionalmente por *Elytraria imbricata*, acompañada por un grupo reducido de especies codominantes y varias con participación subordinada.

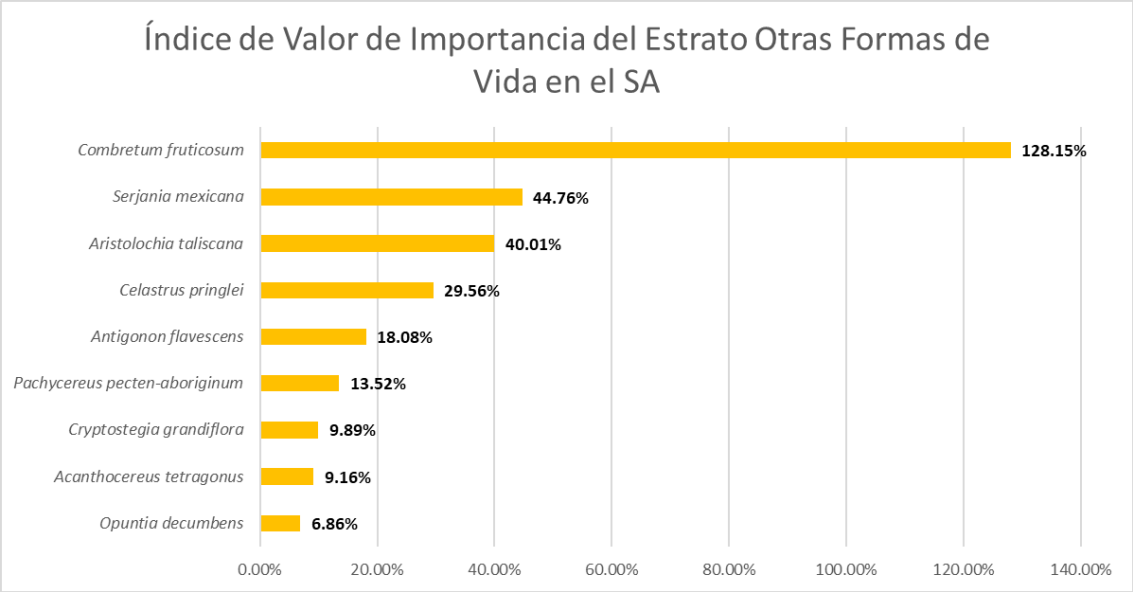


Figura 63. Índice de Valor de importancia del estrato otras formas de vida para SBC en el SA.

Estrato herbáceo

La comunidad herbácea registra una densidad total de **33,333.4 individuos por hectárea** y se encuentra fuertemente concentrada en pocas especies. ***Elytraria imbricata*** domina numéricamente con **12,888.9 ind/ha**, lo que equivale al **38.67%** de la densidad relativa, evidenciando un claro predominio poblacional. En un segundo nivel se sitúan *Carlowrightia arizonica* y *Commelina diffusa*, ambas con 3,333.3 ind/ha y una DR de 10.00%, seguidas por *Panicum maximum* (2,666.7 ind/ha; DR = 8.00%) y *Sida glabra* (2,222.2 ind/ha; DR = 6.67%). Otras especies como *Porophyllum ruderale*, *Dicliptera resupinata*, *Oplismenus compositus* y *Sicyos barbatus* presentan densidades intermedias, mientras que *Petiveria alliacea* muestra la menor contribución numérica (1,555.6 ind/ha; DR = 4.67%). En conjunto, la distribución de individuos refleja una estructura desigual, con una especie claramente dominante y varias acompañantes de importancia secundaria.

Tabla 64. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para SBC en el SA.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Golondrina	*Carlowrightia arizonica*	3,333.3	10.00%	12.99%	11.02%	34.00%
2	Tripa de pollo	*Commelina diffusa*	3,333.3	10.00%	7.79%	7.63%	25.42%
3	Maleza de las lomas	*Dicliptera resupinata*	1,777.8	5.33%	6.49%	6.78%	18.61%
4	Cordoncillo	*Elytraria imbricata*	12,888.9	38.67%	33.77%	36.44%	108.87%
5	Pasto huevero	*Oplismenus compositus*	1,777.8	5.33%	3.90%	3.39%	12.62%
6	Pasto tanzania	*Panicum maximum*	2,666.7	8.00%	9.09%	8.90%	25.99%
7	Arriscale patras	*Petiveria alliacea*	1,555.6	4.67%	6.49%	5.51%	16.67%
8	Hierba del venado	*porophyllum ruderale*	2,000.0	6.00%	6.49%	5.51%	18.00%
9	Chayotillo tronador	*Sicyos barbatus*	1,777.8	5.33%	5.19%	6.78%	17.31%
10	Guinar escobero	*Sida glabra*	2,222.2	6.67%	7.79%	8.05%	22.51%
Total			**33,333.4**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al analizar los valores estructurales integrados, el Índice de Valor de Importancia (IVI) confirma el papel ecológico dominante de *Combretum fruticosum* (IVI = 128.15%), resultado de la combinación de la mayor densidad relativa (44.45%), una alta frecuencia relativa (FR = 21.21%) y una dominancia relativa sobresaliente (DoR = 62.49%). En un segundo nivel de relevancia se ubica *Serjania mexicana* (IVI = 44.76%), cuya importancia se explica principalmente por su amplia distribución espacial (FR = 21.21%) y una densidad considerable, aunque con menor

dominancia relativa. *Aristolochia taliscana* ocupa el tercer lugar (IVI = 40.01%), destacando por valores equilibrados de FR (18.18%), DR (11.11%) y DoR (10.72%), lo que indica una participación estructural consistente en el estrato.

Celastrus pringlei presenta un IVI intermedio (29.56%), asociado principalmente a su dominancia relativa elevada (DoR = 13.39%) y una frecuencia moderada. *Antigonon flavescens* (IVI = 18.08%) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (IVI = 13.52%) contribuyen de forma secundaria a la estructura del sitio.

Acanthocereus tetragonus, *Cryptostegia grandiflora* y *Opuntia decumbens* registran los IVI más bajos, reflejando una presencia menos influyente desde el punto de vista ecológico. En conjunto, los resultados evidencian una comunidad fuertemente dominada por *Combretum fruticosum*, acompañada por un grupo reducido de especies de importancia media y varias con aportes estructurales marginales.

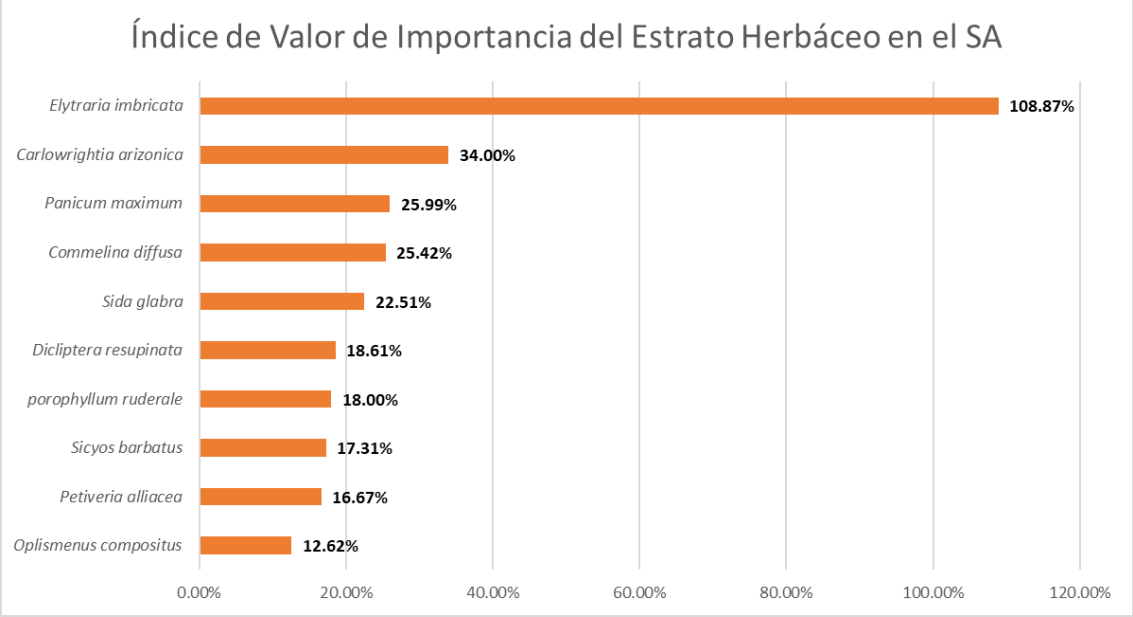


Figura 64. Índice de Valor de importancia del estrato herbáceo para SBC en el SA.

IV.2.1.2.1.5.1.2 Análisis de la abundancia e Índice de Valor de Importancia de la vegetación en el Área del Proyecto (AP)

Estrato arbóreo

La comunidad arbórea presenta una densidad total de **1,344.1 individuos por hectárea**, con una marcada desigualdad en la distribución de la abundancia relativa. ***Heliocarpus terebinthinaceus*** concentra la mayor proporción de individuos, con **31.08%** de la densidad relativa, lo que evidencia un claro dominio numérico dentro del grupo florístico. En un segundo nivel se ubica *Bursera grandifolia*, que aporta 13.56% de la DR, seguida por *Apoplanesia paniculata* (9.09%) y *Cordia seleriana* (5.29%). Otras especies como *Crataeva tapia* (5.62%) y *Amphipterygium adstringens* (4.46%) muestran una contribución intermedia. En contraste, *Cascabela ovata* y *Ficus velutina* registran las menores densidades relativas, ambas con 0.33%, mientras que *Lysiloma divaricatum* presenta 0.50%, reflejando una participación numérica marginal. En conjunto, la estructura poblacional se

caracteriza por una fuerte concentración de individuos en pocas especies dominantes y un amplio grupo de taxa con baja representación.

Tabla 65. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato arbóreo para SBC en el AP.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	31.1	2.31%	4.35%	3.25%	9.91%
2	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	60.0	4.46%	4.35%	1.12%	9.94%
3	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	122.2	9.09%	5.43%	2.93%	17.46%
4	Copal	*Bursera excelsa*	31.1	2.31%	4.35%	2.56%	9.22%
5	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	182.2	13.56%	8.70%	12.81%	35.06%
6	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	53.3	3.97%	3.26%	2.03%	9.26%
7	Iguanero	*Cenostigma eriostachys*	44.4	3.30%	3.26%	2.16%	8.72%
8	Ayoyote	*Cascabela ovata*	4.4	0.33%	2.17%	0.30%	2.80%
9	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	17.8	1.32%	3.26%	0.78%	5.37%
10	Tamborcillo	*Cordia dentata*	31.1	2.31%	4.35%	7.47%	14.13%
11	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	37.8	2.81%	9.78%	20.00%	32.60%
12	Coliguana	*Cordia seleriana*	71.1	5.29%	7.61%	12.30%	25.20%
13	Coral	*Coulteria platyloba*	37.7	2.80%	2.17%	1.83%	6.81%
14	Bulillo	*Crataeva tapia*	75.6	5.62%	5.43%	2.32%	13.38%
15	Zalate	*Ficus velutina*	4.4	0.33%	2.17%	0.36%	2.86%
16	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	20.0	1.49%	5.43%	1.96%	8.89%
17	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	417.7	31.08%	8.70%	13.91%	53.68%
18	Tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	6.7	0.50%	2.17%	1.29%	3.96%
19	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	28.9	2.15%	5.43%	3.92%	11.50%
20	Ciruelo	*Spondia purpurea*	28.9	2.15%	4.35%	3.24%	9.74%
21	Azajar	*Styrax ramirezii*	37.7	2.80%	3.26%	3.47%	9.54%
Total			**1,344.1**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al integrar los parámetros estructurales (densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa), el Índice de Valor de Importancia (IVI) confirma la supremacía ecológica de ***Heliocarpus terebinthinaceus***, que alcanza el valor más alto (**IVI = 53.68%**), sustentado por su elevada abundancia (417.7 ind/ha), una DR de 31.08%, FR de 8.70% y DoR de 13.91%. Le sigue *Bursera grandifolia* (IVI = 35.06%), con 182.2 ind/ha, apoyada en valores altos y balanceados de DR (13.56%), FR (8.70%) y DoR (12.81%). *Cordia elaeagnoides* se posiciona como especie codominante (IVI = 32.60%), destacando por su dominancia relativa elevada (20.00%) y la mayor frecuencia relativa (9.78%), pese a contar con una abundancia moderada (37.8 ind/ha).

Cordia seleriana (71.1 ind/ha; IVI = 25.20%) y *Apoplanesia paniculata* (122.2 ind/ha; IVI = 17.46%) aportan de manera importante a la estructura del arbolado, combinando densidades intermedias con frecuencias y dominancias relevantes.

El resto de las especies, como *Cenostigma eriostachys* (44.4 ind/ha; IVI = 8.72%), *Guazuma ulmifolia* (20.0 ind/ha; IVI = 8.89%) y *Bursera excelsa* (31.1 ind/ha; IVI = 9.22%), presentan IVI inferiores a 10%, lo que indica una influencia ecológica secundaria. En conjunto, los resultados describen una comunidad arbórea dominada estructural y funcionalmente por *Heliocarpus terebinthinaceus*, acompañada por un grupo reducido de especies codominantes y una mayoría con participación ecológica subordinada.

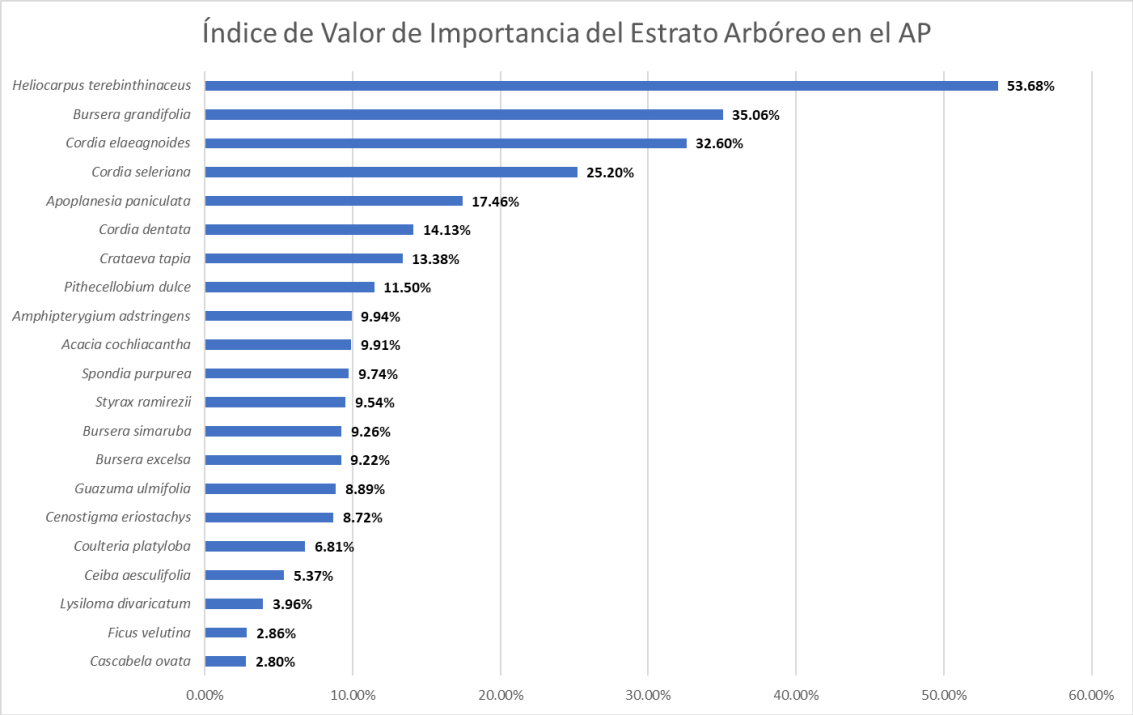


Figura 65. Índice de Valor de importancia del estrato arbóreo para SBC en el AP.

Estrato arbustivo

La comunidad arbustiva presenta una densidad total de **1,522.2 individuos por hectárea**, con una estructura marcadamente desigual en términos de abundancia. *Randia armata* domina ampliamente el estrato, al registrar **377.8 ind/ha**, lo que equivale a **24.82%** de la densidad relativa, consolidándose como la especie numéricamente más representativa. En un segundo nivel de abundancia se encuentran *Senna obtusifolia* (333.3 ind/ha; DR = 21.90%) y *Russelia sarmentosa* (255.6 ind/ha; DR = 16.79%), que en conjunto aportan una fracción sustancial de los individuos del estrato arbustivo. Otras especies con aportes relevantes son *Caesalpinia pulcherrima* (133.3 ind/ha; DR = 8.76%), *Triumfetta semitriloba* (122.2 ind/ha; DR = 8.03%) y *Hyperbaena ilicifolia* (111.1 ind/ha; DR = 7.30%). En contraste, *Bonellia macrocarpa* y *Guettarda elliptica* muestran las menores abundancias, con 22.2 ind/ha cada una (1.46% DR), evidenciando una participación numérica limitada dentro del conjunto. En general, la distribución de individuos refleja una fuerte concentración en pocas especies dominantes y un grupo reducido de taxa con abundancias bajas.

Tabla 66. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato arbustivo para SBC en el AP.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Pica Pendejos	*Bonellia macrocarpa*	22.2	1.46%	5.88%	0.71%	8.05%
2	Tabachincillo	*Caesalpinia pulcherrima*	133.3	8.76%	14.71%	7.36%	30.83%
3	Limoncillo T. Guayabo	*Guettarda elliptica*	22.2	1.46%	5.88%	11.67%	19.01%
4	Gorda dura	*Hyperbaena ilicifolia*	111.1	7.30%	14.71%	4.70%	26.70%
5	Crucillo	*Randia armata*	377.8	24.82%	14.71%	41.69%	81.22%
6	Carricillo	*Rhipidocladum racemiflorum*	77.8	5.11%	5.88%	2.28%	13.27%
7	Vara prieta	*Russelia sarmentosa*	255.6	16.79%	8.82%	12.24%	37.85%
8	Arbusto de la Paloma	*Salpianthus arenarius*	66.7	4.38%	5.88%	2.56%	12.83%
9	Senna cafecillo	*Senna obtusifolia*	333.3	21.90%	11.76%	11.38%	45.04%
10	Abrojo	*Triumfetta semitriloba*	122.2	8.03%	11.76%	5.407%	25.20%
Total			**1,522.2**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al integrar los parámetros estructurales (densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa), el Índice de Valor de Importancia (IVI) confirma el papel central de ***Randia armata***, que alcanza el valor más alto (**IVI = 81.22%**). Esta supremacía ecológica se sustenta no solo en su elevada abundancia (377.8 ind/ha), sino también en una dominancia relativa excepcionalmente alta (41.69%) y una frecuencia relativa de 14.71%, lo que indica una amplia ocupación espacial y un peso estructural determinante. En un segundo plano se ubica *Senna obtusifolia* (IVI = 45.04%), respaldada por su alta abundancia absoluta (333.3 ind/ha), una DR de 21.90%, FR de 11.76% y DoR de 11.38%. *Russelia sarmentosa* también destaca como especie codominante (IVI = 37.85%), combinando 255.6 ind/ha con valores consistentes de DR (16.79%) y DoR (12.24%).

En un nivel intermedio de importancia ecológica se sitúan *Caesalpinia pulcherrima* (133.3 ind/ha; IVI = 30.83%), *Hyperbaena ilicifolia* (111.1 ind/ha; IVI = 26.70%) y *Triumfetta semitriloba* (122.2 ind/ha; IVI = 25.20%), cuyas contribuciones reflejan una combinación equilibrada de abundancia, frecuencia y dominancia. *Guettarda elliptica* (22.2 ind/ha; IVI = 19.01%) presenta un IVI relativamente elevado pese a su baja densidad, explicado principalmente por su dominancia relativa (11.67%).

Finalmente, especies como *Rhipidocladum racemiflorum* (77.8 ind/ha; IVI = 13.27%), *Salpianthus arenarius* (66.7 ind/ha; IVI = 12.83%) y *Bonellia macrocarpa* (22.2 ind/ha; IVI = 8.05%) muestran los valores más bajos, indicando una influencia ecológica secundaria dentro del sistema. En conjunto, los resultados describen una comunidad arbustiva dominada estructural y funcionalmente por *Randia armata*, acompañada por un grupo reducido de especies codominantes de alta abundancia y un conjunto de taxa con participación subordinada en la estructura del sitio.

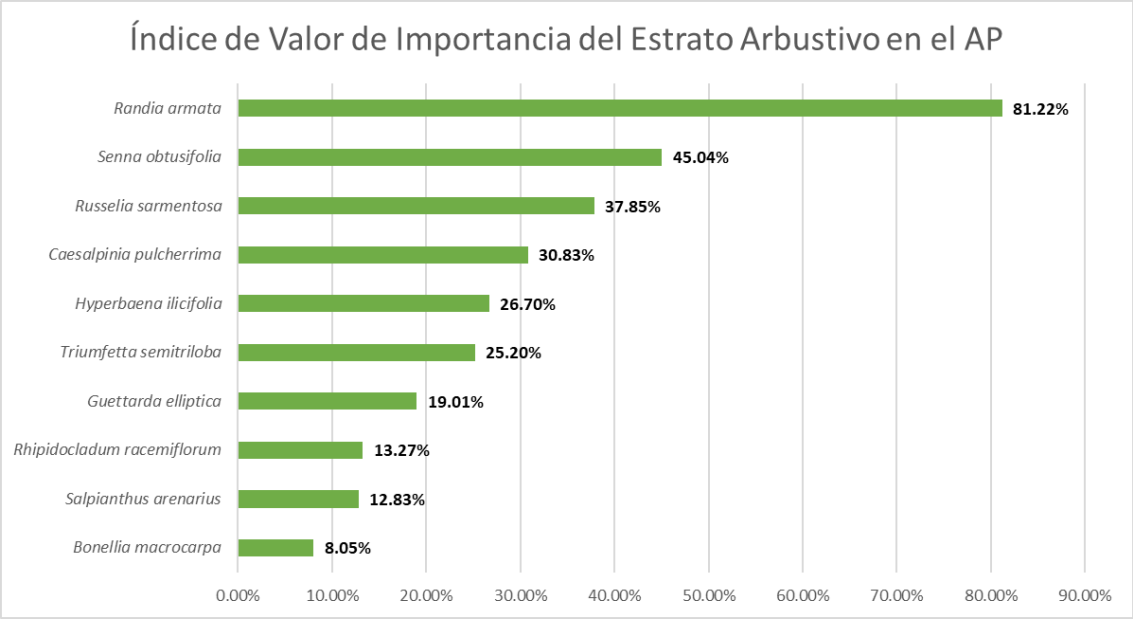


Figura 66. Índice de Valor de importancia del estrato arbustivo para SBC en el AP.

Estrato otras formas de vida

La comunidad otras formas de vida presenta una densidad total de **588.9 individuos por hectárea**, con una estructura claramente dominada por pocas especies en términos de abundancia absoluta. ***Celastrus pringlei*** constituye el principal componente numérico del conjunto, con **200.0 ind/ha**, lo que representa **33.96%** de la

densidad relativa, evidenciando un marcado predominio poblacional. En un segundo nivel de abundancia se ubica *Serjania mexicana* (166.7 ind/ha; DR = 28.31%), seguida por *Antigonon flavescens* (111.1 ind/ha; DR = 18.87%) y *Aristolochia taliscana* (77.8 ind/ha; DR = 13.21%). Estas cuatro especies concentran la mayor proporción de individuos del estrato, mientras que *Cryptostegia grandiflora* (22.2 ind/ha; DR = 3.77%) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (11.1 ind/ha; DR = 1.88%) presentan las abundancias más bajas, con una participación numérica claramente subordinada.

Tabla 67. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato otras formas de vida para SBC en el AP.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	111.1	18.87%	14.29%	7.57%	40.72%
2	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	77.8	13.21%	19.05%	18.94%	51.20%
3	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	200.0	33.96%	33.33%	59.88%	127.18%
4	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	22.2	3.77%	4.76%	0.95%	9.48%
5	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	11.1	1.88%	4.76%	1.89%	8.54%
6	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	166.7	28.31%	23.81%	10.77%	62.88%
Total			**588.9**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al integrar los parámetros estructurales mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), se confirma la supremacía ecológica de ***Celastrus pringlei***, que alcanza el IVI más alto (**127.18%**). Este valor se sustenta en su elevada abundancia (200.0 ind/ha), una frecuencia relativa de 33.33% y, especialmente, una dominancia relativa muy alta (59.88%), lo que refleja su fuerte influencia estructural y espacial en el sitio. En un segundo nivel de importancia se encuentra *Serjania mexicana* (IVI = 62.88%), respaldada por su alta abundancia absoluta (166.7 ind/ha) y valores consistentes de DR (28.31%) y FR (23.81%), aunque con una dominancia relativa moderada (10.77%). *Aristolochia taliscana* (IVI = 51.20%) también muestra una relevancia ecológica notable, resultado de una combinación equilibrada de abundancia (77.8 ind/ha), FR elevada (19.05%) y DoR de 18.94%.

Antigonon flavescens presenta una importancia intermedia (IVI = 40.72%), asociada a una abundancia considerable (111.1 ind/ha) y una presencia frecuente en el área (FR = 14.29%), aunque con menor dominancia relativa.

En contraste, *Cryptostegia grandiflora* (22.2 ind/ha; IVI = 9.48%) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (11.1 ind/ha; IVI = 8.54%) registran los valores más bajos de IVI, indicando una influencia ecológica limitada dentro de la comunidad. En conjunto, los resultados describen una comunidad caracterizada por una estructura altamente desigual, dominada funcional y estructuralmente por *Celastrus pringlei*, acompañada por *Serjania mexicana* y *Aristolochia taliscana* como especies codominantes, y un grupo reducido de taxa con baja abundancia e importancia ecológica secundaria.

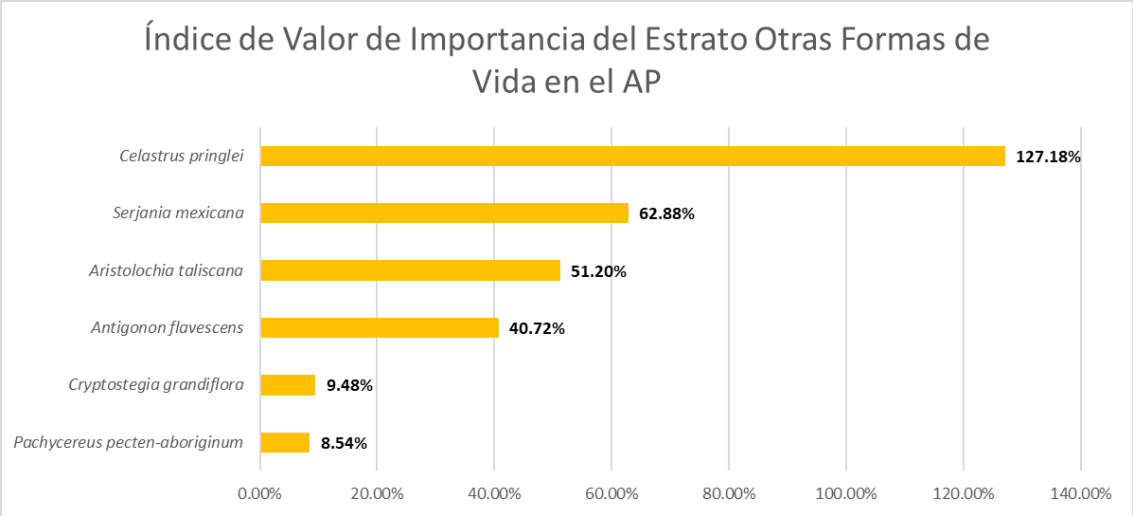


Figura 67. Índice de Valor de importancia del estrato otras formas de vida para SBC en el AP.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo presenta una densidad total de **14,444.5 individuos por hectárea**, con una estructura marcadamente concentrada en una sola especie. *Elytraria imbricata* domina ampliamente el conjunto desde el punto de vista de la abundancia, al registrar 1,777.8 ind/ha, pero sobre todo por concentrar la mayor densidad relativa (61.15%), lo que evidencia un claro predominio poblacional. En un segundo nivel de abundancia se ubica *Sida glabra*, que alcanza 3,333.3 ind/ha, aunque con una DR baja (1.44%), lo que indica una alta densidad absoluta pero una contribución proporcional reducida dentro del conjunto. *Sicyos barbatus* y *Panicum maximum* presentan valores intermedios, con 2,222.2 ind/ha (DR = 2.88%) y 2,000.0 ind/ha (DR = 9.35%), respectivamente. Por su parte, *Carlowrightia arizonica* y *Porophyllum ruderale* muestran abundancias similares (1,777.8 ind/ha cada una), con densidades relativas moderadas (6.47%), mientras que *Commelina diffusa* aporta 1,555.6 ind/ha, con una DR de 12.23%, posicionándose como una de las especies acompañantes más relevantes en términos numéricos.

Tabla 68. Abundancia y valores de importancia ecológica del estrato herbáceo para SBC en el AP.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	No. Individuos por hectárea	DR	FR	DoR	IVI
1	Golondrina	*Carlowrightia arizonica*	1,777.8	6.47%	6.85%	9.57%	22.89%
2	Tripa de pollo	*Commelina diffusa*	1,555.6	12.23%	15.07%	12.61%	39.91%
3	Cordoncillo	*Elytraria imbricata*	1,777.8	61.15%	58.90%	52.17%	172.23%
4	Pasto tanzania	*Panicum maximum*	2,000.0	9.35%	8.22%	12.61%	30.18%
5	Hierba del venado	*porophyllum ruderale*	1,777.8	6.47%	5.48%	8.26%	20.22%
6	Chayotillo tronador	*Sicyos barbatus*	2,222.2	2.88%	2.74%	3.04%	8.66%
7	Guinar escobero	*Sida glabra*	3,333.3	1.44%	2.74%	1.74%	5.92%
Total			**14,444.5**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**300.00%**

FR= Frecuencia Relativa; **DR=** Densidad Relativa; **DoR=** Dominancia Relativa; **IVI=** Índice de Valor de Importancia.

Al integrar los parámetros estructurales, el Índice de Valor de Importancia confirma la hegemonía ecológica de ***Elytraria imbricata***, que alcanza el IVI más alto (**172.23%**), sustentado por valores sobresalientes y consistentes de frecuencia relativa (58.90%), densidad relativa (61.15%) y dominancia relativa (52.17%), lo que refleja su papel central en la estructura y funcionamiento del estrato herbáceo. En un nivel secundario de importancia se sitúa *Commelina diffusa* (IVI = 39.91%), resultado de una combinación equilibrada de FR (15.07%), DR (12.23%) y DoR (12.61%), seguida por *Panicum maximum* (IVI = 30.18%), cuya relevancia se asocia principalmente a su dominancia relativa (12.61%) y presencia espacial constante.

Carlowrightia arizonica (IVI = 22.89%) y *Porophyllum ruderale* (IVI = 20.22%) presentan una importancia ecológica intermedia, derivada de aportes moderados en frecuencia, densidad y dominancia.

En contraste, *Sicyos barbatus* (IVI = 8.66%) y *Sida glabra* (IVI = 5.92%) exhiben los valores más bajos, lo que indica una influencia estructural limitada dentro del conjunto. En conjunto, la comunidad se caracteriza por una estructura altamente desigual, dominada funcional y estructuralmente por *Elytraria imbricata*, acompañada por un reducido grupo de especies con relevancia secundaria.

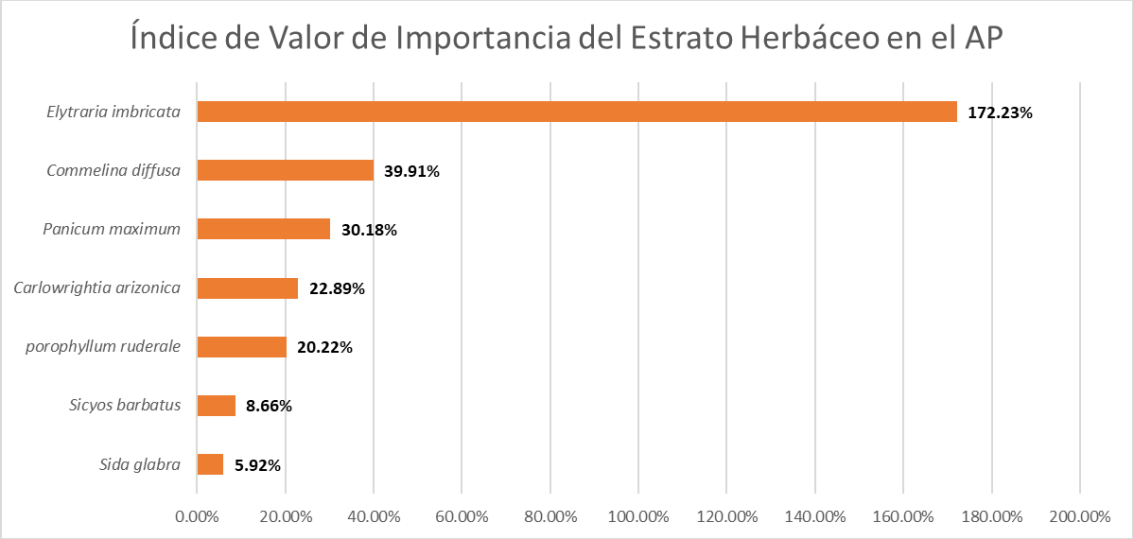


Figura 68. Índice de Valor de importancia del estrato herbáceo para SBC en el AP.

IV.2.1.2.1.5.2 Cálculo y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la vegetación

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). Los índices de diversidad más utilizados son **(1) riqueza de especies, (2) el índice de Simpson (DSi), (3) el índice de Shannon-Wiener (H'), y el Índice de Equidad para Shannon-Wiener (Pielou) (J).**

La **riqueza de especies (S)** es el número total de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada, se usa como un criterio para determinar los valores relativos de conservación de hábitats. Sin embargo la riqueza de especies tiene un valor limitado porque no tiene en consideración otras información para lo cual se complementará el análisis con el uso de los siguientes índices de biodiversidad.

El **índice de dominancia de Simpson (λ)** manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Su escala va de 0 a 1, donde valores cercanos a cero indican ausencia de dominancia por una o un grupo de especies, en cambio los valores cercanos a uno indican alta dominancia en la comunidad por una o un grupo de especies. Mediante este índice es posible inferir si una comunidad soporta más disturbio (valores cercanos a uno) o menor disturbio (valores cercanos a cero). La fórmula para calcular el índice es:

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} (Pi)^2$$

El **Índice de Berger-Parker** nos expresa la proporción que representa la especie más dominante, en relación con el resto de las especies, este índice adolece de un bajo poder discriminante, es poco sensible al tamaño muestral y cuanto más alto es su valor, menor equitatividad presentará la muestra analizada, (Magurran, 1988).

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

d = Índice de Berger-Parker

N_{max} = Número de individuos de la especie más dominante.

N = Número de individuos de toda la muestra.

El **Índice de Shannon-Wiener (H')** (Shannon y Weaver, 1949), 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.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (Pi \times \log_{nat} Pi)$$

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.

$$H'_{máx} = -S\left(\frac{1}{S} \times \log_{nat} \frac{1}{S}\right) = \log_{nat} S$$

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.

En cuanto al **Índice de Equidad para Shannon-Wiener (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:

$$J = \left(\frac{-\sum_{i=1}^{S} (Pi \times \log_{nat} Pi)}{\log_{nat} S}\right)$$

La interpretación de los índices estimados se realiza con base a los siguientes rangos:

Tabla No. IV.1. Rango de clasificacion de los indicadores de biodiversidad (Magurran, 1988, 2004; Moreno, 2001; Krebs, 1999; Moreno & Halffter, 2001; Zúñiga et al., 2009, 2011)[77].

Índice	Fórmula	Rango de valores	Clasificación ecológica
Simpson (1 - D)	$= 1 - \sum_{i=1}^{S} (Pi)^2$	0 – 1	0.00–0.20 → Muy baja 0.21–0.50 → Baja 0.51–0.80 → Media 0.81–1.00 → Alta
Índice de Berger-Parker	$d = \frac{N_{máx}}{N_{total}}$	0 – 1	<0.40 → Alta 0.40–0.60 → Media >0.60 → Baja
Shannon-Wiener (H')	$H' = -\sum_{i=1}^{S} (Pi \times \log_{nat} Pi)$	0 – 5	<1 → Muy baja 1–2 → Baja 2–3 → Media 3–4 → Alta >4 → Muy alta
Pielou (J')	$J = \left(\frac{-\sum_{i=1}^{S} (Pi \times \log_{nat} Pi)}{\log_{nat} S}\right)$	0 – 1	0.00–0.25 → Muy baja 0.26–0.69 → Baja 0.70–0.89 → Media 0.90–1.00 → Alta

* Los rangos de clasificación ecológica empleados son de carácter operativo y se utilizan con fines comparativos.

IV.2.1.2.1.5.2.1 Cálculo y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental (SA)

Estrato arbóreo

La comunidad vegetal analizada registra una abundancia total de 2,144.3 individuos por hectárea y una riqueza específica de 34 especies, lo que pone de manifiesto una composición florística amplia y diversa. Los valores obtenidos a partir de los índices de biodiversidad indican una organización comunitaria bien estructurada, caracterizada por una baja concentración de individuos en pocas especies y una distribución relativamente balanceada de las abundancias.

El índice de Simpson (1 − D = 0.921) se clasifica como diversidad alta, lo que refleja una reducida probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar correspondan a la misma especie y, en consecuencia, una elevada heterogeneidad dentro de la comunidad.

[77]Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing; Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–SEA; Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. Benjamin Cummings; Zúñiga, M. del C., et al. (2009). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en la cuenca del río Cauca (Colombia). Revista de Biología Tropical, 57(3), 1139–1152; Magurran, A. E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton Univ. Press; Moreno, C. E., & Halffter, G. (2001). Spatial and temporal analysis of alpha, beta and gamma diversities of bats in a fragmented landscape. Revista Mexicana de Biodiversidad, 72, 179–196; y Zúñiga, M. del C., et al. (2011). Diversidad y equidad de macroinvertebrados acuáticos en ecosistemas lóticos andinos. Caldasia, 33(1), 79–96.

De manera consistente, el índice de Berger–Parker (0.159) señala alta diversidad y baja dominancia, ya que ninguna especie concentra una fracción dominante del total de individuos registrados, aun cuando *Crateva tapia* y *Spondias purpurea* presentan valores de abundancia relativamente mayores.

El índice de Shannon–Wiener (H' = 2.923) indica una diversidad media, valor común en comunidades vegetales tropicales con buena representación de especies y una distribución equilibrada de individuos. Este resultado sugiere que, si bien existen especies con mayor presencia numérica, la mayoría aporta de forma significativa a la estructura general del sistema. Esta interpretación se ve respaldada por el índice de equidad de Pielou (J' = 0.829), clasificado como equidad media, lo que evidencia una repartición relativamente homogénea de los individuos entre las especies presentes, sin predominio extremo.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad describen una comunidad vegetal con alta riqueza específica, heterogeneidad elevada y dominancia reducida, lo que se traduce en una estructura funcionalmente estable. Este comportamiento es congruente con ecosistemas que presentan niveles bajos a moderados de perturbación, conservan su capacidad de recuperación y mantienen procesos ecológicos esenciales, lo que permite inferir un estado de conservación favorable.

Tabla 69. Valores e índices de diversidad de especies del estrato arbóreo para SBC en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Acacia cochliacantha*	31.1	-4.233	-0.061	0.000210	0.015
2	*Alvaradoa amorphoides*	6.7	-5.768	-0.018	0.000010	0.003
3	*Amphipterygium adstringens*	8.9	-5.485	-0.023	0.000017	0.004
4	*Apoplanesia paniculata*	26.7	-4.386	-0.055	0.000155	0.012
5	*Bauhinia pauletia*	8.9	-5.485	-0.023	0.000017	0.004
6	*Bursera copallifera*	131.1	-2.795	-0.171	0.003738	0.061
7	*Bursera grandifolia*	40.0	-3.982	-0.074	0.000348	0.019
8	*Bursera simaruba*	102.3	-3.043	-0.145	0.002276	0.048
9	*Cenostigma eriostachys*	26.6	-4.390	-0.054	0.000154	0.012
10	*Cascabela ovata*	100.0	-3.065	-0.143	0.002175	0.047
11	*Casearia corymbosa*	42.2	-3.928	-0.077	0.000387	0.020
12	*Ceiba aesculifolia*	28.9	-4.307	-0.058	0.000182	0.013
13	*Chloroleucon mangense*	35.5	-4.101	-0.068	0.000274	0.017
14	*Cochlospermum vitifolium*	20.0	-4.675	-0.044	0.000087	0.009
15	*Cordia elaeagnoides*	31.1	-4.233	-0.061	0.000210	0.015
16	*Cordia gerascanthus*	55.5	-3.654	-0.095	0.000670	0.026
17	*Crateva tapia*	340.0	-1.842	-0.292	0.025141	0.159
18	*Cyrtocarpa procera*	108.9	-2.980	-0.151	0.002579	0.051
19	*Diphysa americana*	6.7	-5.768	-0.018	0.000010	0.003
20	*Forchhammeria pallida*	111.1	-2.960	-0.153	0.002684	0.052
21	*Gliricidia sepium*	40.0	-3.982	-0.074	0.000348	0.019
22	*Guazuma ulmifolia*	53.3	-3.695	-0.092	0.000618	0.025
23	*Heliocarpus terebinthinaceus*	242.2	-2.181	-0.246	0.012758	0.113
24	*Jacaratia mexicana*	6.7	-5.768	-0.018	0.000010	0.003
25	*Leucaena lanceolata*	53.3	-3.695	-0.092	0.000618	0.025
26	*Lonchocarpus constrictus*	28.9	-4.307	-0.058	0.000182	0.013
27	*Lonchocarpus eriocarinalis*	6.7	-5.768	-0.018	0.000010	0.003
28	*Lysiloma divaricatum*	4.4	-6.189	-0.013	0.000004	0.002
29	*Margaritaria nobilis*	4.4	-6.189	-0.013	0.000004	0.002
30	*Recchia mexicana*	26.6	-4.390	-0.054	0.000154	0.012
31	*Spondias purpurea*	322.2	-1.895	-0.285	0.022578	0.150
32	*Styrax ramirezii*	6.7	-5.768	-0.018	0.000010	0.003
33	*Tabebuia rosea*	37.8	-4.038	-0.071	0.000311	0.018
34	*Thouinia serrata*	48.9	-3.781	-0.086	0.000520	0.023

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
Total		**2,144.3**	**-142.725**	**-2.923**	**0.079449**	**1**
Riqueza de especies (S)						**34**
Índice de Simpson (λ)						**0.921**
Índice de Berger-Parker						**0.159**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**2.923**
H´max						**3.526**
Índice de equidad (J)						**0.829**

Estrato arbustivo

La comunidad vegetal evaluada presenta una abundancia total de 1,666.7 individuos por hectárea y una riqueza específica de 12 especies, lo que indica una composición florística moderada, con menor complejidad estructural respecto a comunidades con mayor número de taxa. Los valores obtenidos para los índices de biodiversidad reflejan una estructura comunitaria relativamente equilibrada, aunque con la presencia de especies que concentran una proporción importante de los individuos.

El índice de Simpson (1 − D = 0.812) se clasifica como alta diversidad, lo que sugiere una probabilidad elevada de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas y, por tanto, una heterogeneidad aceptable en la comunidad.

De manera congruente, el índice de Berger–Parker (0.313) indica alta diversidad con dominancia moderada, ya que la especie más abundante (*Russelia sarmentosa*) concentra aproximadamente el 31% del total de individuos registrados, sin llegar a una dominancia extrema.

Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.034) corresponde a una diversidad media, valor característico de comunidades vegetales con riqueza limitada pero con una distribución relativamente homogénea de las abundancias. Este resultado sugiere que, si bien existen especies con mayor representación, la mayoría contribuye de manera relevante a la estructura de la comunidad. Lo anterior se ve reforzado por el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.819), clasificado como equidad media, lo que indica que los individuos se encuentran razonablemente bien distribuidos entre las especies presentes, aunque con una ligera tendencia hacia la concentración en las especies dominantes.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad evidencian que la comunidad vegetal mantiene una estructura funcional estable, con diversidad moderada, dominancia controlada y una distribución relativamente uniforme de los individuos. Este patrón es consistente con ecosistemas que han sido sometidos a disturbio moderado o se encuentran en etapas de regeneración secundaria, los cuales conservan su capacidad de resiliencia y el mantenimiento de procesos ecológicos básicos, lo que sugiere un estado de conservación intermedio.

Tabla 70. Valores e índices de diversidad de especies del estrato arbustivo para SBC en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Bonellia macrocarpa*	44.4	-3.625	-0.097	0.000710	0.027
2	*Caesalpinia pulcherrima*	77.8	-3.064	-0.143	0.002179	0.047
3	*Celtis iguanaea*	88.9	-2.931	-0.156	0.002845	0.053
4	*Croton suberosus*	55.6	-3.400	-0.113	0.001113	0.033
5	*Guettarda elliptica*	44.4	-3.625	-0.097	0.000710	0.027
6	*Hyperbaena ilicifolia*	77.8	-3.064	-0.143	0.002179	0.047

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
7	*Randia armata*	444.4	-1.322	-0.352	0.071094	0.267
8	*Rhipidocladum racemiflorum*	77.8	-3.064	-0.143	0.002179	0.047
9	*Russelia sarmentosa*	522.2	-1.161	-0.364	0.098165	0.313
10	*Salpianthus arenarius*	88.9	-2.931	-0.156	0.002845	0.053
11	*Senna obtusifolia*	88.9	-2.931	-0.156	0.002845	0.053
12	*Triumfetta semitriloba*	55.6	-3.400	-0.113	0.001113	0.033
Total		**1,666.7**	**-34.521**	**-2.034**	**0.187976**	**1**
Riqueza de especies (S)						**12**
Índice de Simpson (λ)						**0.812**
Índice de Berger-Parker						**0.313**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**2.034**
H´max						**2.485**
Índice de equidad (J)						**0.819**

Estrato otras formas de vida

La comunidad vegetal analizada registra una abundancia total de 1,099.9 individuos por hectárea y una riqueza específica de 9 especies, lo que evidencia una composición florística limitada, con una complejidad estructural reducida frente a comunidades con mayor número de taxa. Los valores derivados de los índices de biodiversidad muestran una configuración comunitaria influenciada por la dominancia de ciertas especies, particularmente una que concentra una proporción importante de los individuos.

El índice de Simpson (1 − D = 0.738) se interpreta como diversidad media, lo que indica una probabilidad intermedia de que dos individuos seleccionados al azar correspondan a especies distintas, reflejando una heterogeneidad moderada dentro del conjunto vegetal.

De forma concordante, el índice de Berger–Parker (0.444) señala una diversidad media asociada a una dominancia apreciable, ya que la especie más abundante (*Serjania mexicana*) agrupa cerca del 44% del total de individuos registrados.

En cuanto al índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.689), éste se clasifica como diversidad baja, condición típica de comunidades con número reducido de especies y una distribución desigual de sus abundancias relativas. Este resultado sugiere que, aunque varias especies están presentes, su aporte a la estructura comunitaria no es homogéneo, predominando unas pocas sobre el resto. Este patrón se ve respaldado por el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.769), considerado de equidad media, el cual indica que existe cierta regularidad en la distribución de individuos, aunque restringida por la marcada preponderancia de la especie dominante.

De manera integrada, los indicadores de biodiversidad describen una comunidad vegetal con diversidad limitada, predominio claro de una especie y una organización funcional simplificada. Este comportamiento es característico de ecosistemas que han experimentado niveles considerables de perturbación o que se encuentran en fases iniciales de sucesión ecológica, donde especies tolerantes u oportunistas concentran la mayor parte de los individuos, lo que permite inferir un estado de conservación de bajo a intermedio.

Tabla 71. Valores e índices de diversidad de especies del estrato otras formas de vida para SBC en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Acanthocereus tetragonus*	33.3	-3.497	-0.106	0.000917	0.030
2	*Antigonon flavescens*	33.3	-2.985	-0.151	0.002555	0.030
3	*Aristolochia taliscana*	33.3	-2.197	-0.244	0.012343	0.030
4	*Celastrus pringlei*	33.3	-2.649	-0.187	0.005003	0.030
5	*Combretum fruticosum*	55.6	-0.811	-0.360	0.197576	0.051
6	*Cryptostegia grandiflora*	77.8	-3.497	-0.106	0.000917	0.071
7	*Opuntia decumbens*	122.2	-3.497	-0.106	0.000917	0.111
8	*Pachycereus pecten-aboriginum*	222.2	-3.497	-0.106	0.000917	0.202
9	*Serjania mexicana*	488.9	-1.599	-0.323	0.040811	0.444
Total		**1,099.9**	**-24.231**	**-1.689**	**0.261956**	**1**
Riqueza de especies (S)						**9**
Índice de Simpson (λ)						**0.738**
Índice de Berger-Parker						**0.444**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**1.689**
H´max						**2.197**
Índice de equidad (J)						**0.769**

Estrato herbáceo

La comunidad vegetal analizada presenta una abundancia total de 33,333.4 individuos por hectárea y una riqueza específica de 10 especies, lo que evidencia una composición florística reducida, característica de comunidades dominadas por pocos taxa con alta densidad poblacional. La estructura de abundancias muestra una concentración marcada de individuos en una sola especie, lo que condiciona el comportamiento de los indicadores de diversidad.

El índice de Simpson (1 − D = 0.805) se interpreta como diversidad media, indicando que, aunque existe más de una especie presente, la probabilidad de seleccionar individuos de especies distintas se ve limitada por la dominancia observada.

De forma concordante, el índice de Berger–Parker (0.387) señala una diversidad media con dominancia moderada, dado que *Elytraria imbricata* concentra cerca del 39% del total de individuos registrados.

El índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.991) corresponde a una diversidad baja a media, reflejando una combinación de riqueza limitada y una distribución desigual de las abundancias relativas. Este valor sugiere que, si bien varias especies están presentes, su contribución a la estructura comunitaria es heterogénea, con una clara preponderancia de una especie dominante. En contraste, el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.865) se clasifica como equidad media–alta, lo que indica que, excluyendo el efecto de la especie dominante, el resto de las especies presenta una distribución relativamente uniforme de individuos.

De manera integral, los indicadores de biodiversidad describen una comunidad vegetal con diversidad limitada, dominancia evidente y una estructura funcional simplificada, rasgos típicos de comunidades herbáceas o arvenses asociadas a ambientes perturbados o sujetos a manejo frecuente. Este patrón sugiere un estado de conservación intermedio, con predominio de especies oportunistas y una menor complejidad ecológica, aunque con cierta capacidad de reorganización funcional dentro del sistema.

Tabla 72. Valores e índices de diversidad de especies del estrato herbáceo para SBC en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Carlowrightia arizonica*	3,333.3	-2.303	-0.230	0.010000	0.100

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
2	*Commelina diffusa*	3,333.3	-2.303	-0.230	0.010000	0.100
3	*Dicliptera resupinata*	1,777.8	-2.931	-0.156	0.002845	0.053
4	*Elytraria imbricata*	12,888.9	-0.950	-0.367	0.149511	0.387
5	*Oplismenus compositus*	1,777.8	-2.931	-0.156	0.002845	0.053
6	*Panicum maximum*	2,666.7	-2.526	-0.202	0.006400	0.080
7	*Petiveria alliacea*	1,555.6	-3.065	-0.143	0.002178	0.047
8	*porophyllum ruderale*	2,000.0	-2.813	-0.169	0.003600	0.060
9	*Sicyos barbatus*	1,777.8	-2.931	-0.156	0.002845	0.053
10	*Sida glabra*	2,222.2	-2.708	-0.181	0.004444	0.067
Total		**33,333.4**	**-25.461**	**-1.991**	**0.194666**	**1**
Riqueza de especies (S)						**10**
Índice de Simpson (λ)						**0.805**
Índice de Berger-Parker						**0.387**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**1.991**
H´max						**2.303**
Índice de equidad (J)						**0.865**

IV.2.1.2.1.5.2.2 Cálculo y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la vegetación en el Área del Proyecto (AP)

Estrato arbóreo

La comunidad vegetal evaluada presenta una abundancia total de 1,344.1 individuos por hectárea y una riqueza específica de 21 especies, lo que refleja una composición florística intermedia, con un nivel de complejidad mayor al de comunidades simplificadas, aunque inferior al observado en sistemas altamente diversos. Los valores de los índices de biodiversidad muestran una estructura comunitaria relativamente balanceada, con presencia de algunas especies más abundantes, pero sin una concentración extrema de individuos.

El índice de Simpson (1 − D = 0.861) se clasifica como diversidad alta, lo que indica una baja probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar correspondan a la misma especie y, por ende, una heterogeneidad considerable dentro de la comunidad.

El índice de Berger–Parker (0.311) señala una alta diversidad con dominancia moderada, ya que la especie más abundante (*Heliocarpus terebinthinaceus*) concentra alrededor del 31% del total de individuos registrados, sin llegar a dominar completamente el estrato.

Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.460) corresponde a una diversidad media, valor característico de comunidades vegetales con una combinación adecuada de riqueza y distribución de abundancias. Este resultado sugiere que, aunque existen especies con mayor representación numérica, una proporción importante de las especies contribuye de manera significativa a la estructura del sistema. Esta condición se ve respaldada por el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.808), clasificado como equidad media, lo que indica una repartición relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes, con una ligera tendencia hacia la concentración en las más abundantes.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad describen una comunidad vegetal con diversidad moderada a alta, dominancia controlada y una estructura funcional estable. Este patrón es congruente con ecosistemas que han

experimentado niveles bajos a moderados de perturbación, conservan capacidad de recuperación y mantienen procesos ecológicos relevantes, lo que permite inferir un estado de conservación intermedio a favorable.

Tabla 73. Valores e índices de diversidad de especies del estrato arbóreo para SBC en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Acacia cochliacantha*	31.1	-3.766	-0.087	0.000535	0.023
2	*Amphipterygium adstringens*	60.0	-3.109	-0.139	0.001993	0.045
3	*Apoplanesia paniculata*	122.2	-2.398	-0.218	0.008266	0.091
4	*Bursera excelsa*	31.1	-3.766	-0.087	0.000535	0.023
5	*Bursera grandifolia*	182.2	-1.998	-0.271	0.018375	0.136
6	*Bursera simaruba*	53.3	-3.228	-0.128	0.001573	0.040
7	*Cenostigma eriostachys*	44.4	-3.410	-0.113	0.001091	0.033
8	*Cascabela ovata*	4.4	-5.722	-0.019	0.000011	0.003
9	*Ceiba aesculifolia*	17.8	-4.324	-0.057	0.000175	0.013
10	*Cordia dentata*	31.1	-3.766	-0.087	0.000535	0.023
11	*Cordia elaeagnoides*	37.8	-3.571	-0.100	0.000791	0.028
12	*Cordia seleriana*	71.1	-2.939	-0.155	0.002798	0.053
13	*Coulteria platyloba*	37.7	-3.574	-0.100	0.000787	0.028
14	*Crataeva tapia*	75.6	-2.878	-0.162	0.003164	0.056
15	*Ficus velutina*	4.4	-5.722	-0.019	0.000011	0.003
16	*Guazuma ulmifolia*	20.0	-4.208	-0.063	0.000221	0.015
17	*Heliocarpus terebinthinaceus*	417.7	-1.169	-0.363	0.096575	0.311
18	*Lysiloma divaricatum*	6.7	-5.301	-0.026	0.000025	0.005
19	*Pithecellobium dulce*	28.9	-3.840	-0.083	0.000462	0.022
20	*Spondia purpurea*	28.9	-3.840	-0.083	0.000462	0.022
21	*Styrax ramirezii*	37.7	-3.574	-0.100	0.000787	0.028
Total		**1,344.1**	**-76.103**	**-2.460**	**0.139173**	1.000
Riqueza de especies (S)						**21**
Índice de Simpson (λ)						**0.861**
Índice de Berger-Parker						**0.311**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**2.460**
H´max						**3.045**
Índice de equidad (J)						**0.808**

Estrato arbustivo

La comunidad vegetal evaluada presenta una abundancia total de 1,522.2 individuos por hectárea y una riqueza específica de 10 especies, lo que indica una composición florística moderada, característica de comunidades con un número limitado de especies pero con densidades relativamente elevadas en algunas de ellas. Los índices de biodiversidad reflejan una estructura comunitaria funcionalmente estable, aunque influida por la presencia de especies dominantes.

De acuerdo con los rangos de clasificación establecidos, el índice de Simpson (1 − D = 0.838) se ubica en la categoría de diversidad alta (0.81–1.00), lo que sugiere una baja probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie y, por tanto, una heterogeneidad estructural adecuada dentro de la comunidad. Este resultado indica que, pese a la riqueza limitada, la dominancia no es extrema.

En concordancia, el índice de Berger–Parker (0.248) se clasifica como alta diversidad (<0.40), lo que indica baja dominancia relativa. Aunque *Randia armata* y *Senna obtusifolia* presentan las mayores abundancias, ninguna especie concentra una proporción suficiente del total de individuos como para simplificar marcadamente la estructura de la comunidad.

Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.997) corresponde a una diversidad baja (1–2), lo que refleja que la diversidad está limitada principalmente por la baja riqueza específica, más que por una distribución extremadamente desigual de las abundancias. Este valor es típico de comunidades con pocas especies dominantes y varias con representación intermedia o baja. El índice de equidad de Pielou (J’ = 0.867) se clasifica como equidad media (0.70–0.89), lo que indica que los individuos se encuentran razonablemente bien distribuidos entre las especies presentes, con una tendencia moderada hacia la concentración en las especies más abundantes, pero sin una dominancia marcada.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad, interpretados bajo los rangos establecidos, evidencian que la comunidad vegetal presenta alta diversidad estructural (Simpson y Berger–Parker), pero diversidad específica baja (Shannon–Wiener), asociada a una riqueza limitada. Este patrón es característico de comunidades sujetas a disturbio moderado o en etapas intermedias de regeneración, que mantienen estabilidad funcional y capacidad de recuperación, aunque con una complejidad florística reducida, lo que sugiere un estado de conservación intermedio.

Tabla 74. Valores e índices de diversidad de especies del estrato arbustivo para SBC en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Bonellia macrocarpa*	22.2	-4.228	-0.062	0.000213	0.015
2	*Caesalpinia pulcherrima*	133.3	-2.435	-0.213	0.007669	0.088
3	*Guettarda elliptica*	22.2	-4.228	-0.062	0.000213	0.015
4	*Hyperbaena ilicifolia*	111.1	-2.617	-0.191	0.005327	0.073
5	*Randia armata*	377.8	-1.394	-0.346	0.061600	0.248
6	*Rhipidocladum racemiflorum*	77.8	-2.974	-0.152	0.002612	0.051
7	*Russelia sarmentosa*	255.6	-1.784	-0.300	0.028195	0.168
8	*Salpianthus arenarius*	66.7	-3.128	-0.137	0.001920	0.044
9	*Senna obtusifolia*	333.3	-1.519	-0.333	0.047943	0.219
10	*Triumfetta semitriloba*	122.2	-2.522	-0.202	0.006445	0.080
Total		**1,522.2**	**-26.829**	**-1.997**	**0.162137**	**1**
Riqueza de especies (S)						**10**
Índice de Simpson (λ)						**0.838**
Índice de Berger-Parker						**0.248**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**1.997**
H´max						**2.303**
Índice de equidad (J)						**0.867**

Estrato otras formas de vida

La comunidad vegetal evaluada presenta una abundancia total de 588.9 individuos por hectárea y una riqueza específica de 6 especies, lo que evidencia una composición florística baja, propia de comunidades con un número reducido de taxa y una estructura relativamente simple. La distribución de las abundancias muestra una concentración importante de individuos en pocas especies, lo que influye directamente en los valores de los indicadores de biodiversidad.

Con base en los rangos de clasificación establecidos, el índice de Simpson (1 − D = 0.750) se clasifica como diversidad media (0.51–0.80), lo que indica una probabilidad intermedia de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas. Este resultado sugiere una heterogeneidad moderada, limitada principalmente por la baja riqueza específica y la presencia de especies dominantes.

En concordancia, el índice de Berger–Parker (0.340) corresponde a la categoría de alta diversidad (<0.40), lo que indica baja dominancia relativa, aunque con una tendencia clara hacia la preponderancia de *Celastrus pringlei*, que concentra aproximadamente el 34% del total de individuos registrados.
Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H' = 1.505) se ubica dentro del rango de diversidad baja (1–2), reflejando una combinación de escasa riqueza de especies y una distribución desigual de las abundancias. Este valor es característico de comunidades con estructura simplificada, donde pocas especies aportan la mayor parte de los individuos. No obstante, el índice de equidad de Pielou (J' = 0.840) se clasifica como equidad media (0.70–0.89), lo que indica que, a pesar del bajo número de especies, los individuos se encuentran relativamente bien repartidos entre ellas, sin una dominancia extrema.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad, interpretados conforme a los rangos definidos, evidencian que la comunidad vegetal presenta una diversidad general baja a media, con heterogeneidad limitada y una estructura comunitaria simplificada, condicionada por la baja riqueza específica. Este patrón es consistente con comunidades sometidas a disturbio moderado a alto o que se encuentran en etapas tempranas de sucesión, donde predominan pocas especies con alta capacidad de establecimiento, lo que sugiere un estado de conservación bajo a intermedio.

Tabla 75. Valores e índices de diversidad de especies del estrato otras formas de vida para SBC en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Antigonon flavescens*	111.1	-1.668	-0.315	0.035591	0.189
2	*Aristolochia taliscana*	77.8	-2.024	-0.267	0.017453	0.132
3	*Celastrus pringlei*	200.0	-1.080	-0.367	0.115339	0.340
4	*Cryptostegia grandiflora*	22.2	-3.278	-0.124	0.001421	0.038
5	*Pachycereus pecten-aboriginum*	11.1	-3.971	-0.075	0.000355	0.019
6	*Serjania mexicana*	166.7	-1.262	-0.357	0.080129	0.283
Total		**588.9**	**-13.283**	**-1.505**	**0.250289**	**1**
Riqueza de especies (S)						**6**
Índice de Simpson (λ)						**0.750**
Índice de Berger-Parker						**0.340**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**1.505**
H´max						**1.792**
Índice de equidad (J)						**0.840**

Estrato herbáceo

La comunidad vegetal evaluada presenta una abundancia total de 27,333.3 individuos por hectárea y una riqueza específica de 7 especies, lo que evidencia una composición florística baja, típica de comunidades dominadas por pocos taxa con densidades muy elevadas. La estructura de abundancias muestra una concentración marcada de individuos en una sola especie, lo cual condiciona de manera importante los valores de los índices de biodiversidad.

Con base en los rangos de clasificación establecidos, el índice de Simpson (1 − D = 0.593) se ubica dentro de la categoría de diversidad media (0.51–0.80), lo que indica una probabilidad intermedia de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas. Este valor refleja una heterogeneidad limitada, reducida principalmente por la fuerte dominancia observada en la comunidad.

De manera congruente, el índice de Berger–Parker (0.472) se clasifica como diversidad media (0.40–0.60), evidenciando una dominancia moderada a alta, ya que *Panicum maximum* concentra aproximadamente el 47% del total de individuos registrados.

Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.297) corresponde a una diversidad baja (1–2), lo que indica una combinación de escasa riqueza específica y una distribución desigual de las abundancias relativas. Este valor es característico de comunidades herbáceas o arvenses donde pocas especies dominan ampliamente el estrato. Esta condición se ve reforzada por el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.666), clasificado como equidad baja (0.26–0.69), lo que confirma que los individuos no se distribuyen de manera uniforme entre las especies presentes.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad, interpretados conforme a los rangos definidos, evidencian que la comunidad vegetal presenta una diversidad general baja a media, con alta dominancia, equidad reducida y una estructura comunitaria simplificada. Este patrón es consistente con comunidades sujetas a disturbio elevado o manejo frecuente, donde predominan especies oportunistas de rápido crecimiento, lo que sugiere un estado de conservación bajo y una limitada complejidad ecológica.

Tabla 76. Valores e índices de diversidad de especies del estrato herbáceo para SBC en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind/ha)	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Carlowrightia arizonica*	3,333.3	-2.737	-0.177	0.004192	0.122
2	*Commelina diffusa*	3,333.3	-2.101	-0.257	0.014958	0.122
3	*Elytraria imbricata*	1,777.8	-0.492	-0.301	0.373946	0.065
4	*Panicum maximum*	12,888.9	-2.370	-0.222	0.008747	0.472
5	*porophyllum ruderale*	2,000.0	-2.737	-0.177	0.004192	0.073
6	*Sicyos barbatus*	1,777.8	-3.548	-0.102	0.000828	0.065
7	*Sida glabra*	2,222.2	-4.241	-0.061	0.000207	0.081
Total		**27,333.3**	**-18.227**	**-1.297**	**0.407070**	**1**
Riqueza de especies (S)						**7**
Índice de Simpson (λ)						**0.593**
Índice de Berger-Parker						**0.472**
Índice de Shannon-Wiener (H')						**1.297**
H´max						**1.946**
Índice de equidad (J)						**0.666**

IV.2.1.2.2 Fauna

La fauna de la zona está determinada por factores abióticos, bióticos e históricos. Entre los abióticos más relevantes están el clima y la composición del suelo. El clima, por ejemplo, determina la disponibilidad de agua y la aparición de componentes importantes de los nichos ecológicos que usan los animales; por su parte, la composición del suelo determina la disponibilidad de nutrientes y tipo de plantas que están presentes. En tiempos recientes el efecto de la actividad humana ha llegado a ser un factor importante que determina la presencia de una especie en un lugar. Esto es debido a que las actividades humanas como caza, tala, uso del agua, ganadería, agricultura, industria y la construcción y operación de vías de comunicación tienen un efecto sobre las especies de fauna presentes en el sitio en que se realizan. De esta forma, al determinar la fauna presente en un sitio es factible intuir el efecto que las actividades humanas han tenido en ella, y por lo tanto determinar el grado de conservación de la zona estudiada.

El estado de Colima posee una gran diversidad de especies principalmente neo tropical, sin embargo, hacia la parte este del estado al aumentar la altitud y acercarse a la meseta del Eje Neovolcánico Transversal, las comunidades faunísticas se enriquecen por la presencia de fauna de tipo transicional.

IV.2.1.2.2.1 Especies potenciales de fauna

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada en las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la fauna potencial que puede distribuirse en el AP y el SA se compone principalmente de especies pertenecientes al grupo de aves con 259 especies, seguido por el grupo de reptiles con 50 y mamíferos con 38, por último, el de anfibios con 11 especies. A continuación, se muestra un resumen de la fauna silvestre potencial presente en las áreas de análisis.

Tabla 77. Representatividad de los principales ejemplares terrestres, cuya distribución potencial corresponde al AP y SA.

Grupo faunístico	Especies	Familias	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	11	6	4
Aves	259	58	36
Mamíferos	38	18	1
Reptiles	50	20	23
TOTAL	**356**	**101**	**64**

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 del golfo de México y la región de interés. 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).

Los sitios virtuales son las del IUCN (http://www.iucnredlist.org/), amphibian global assessment (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) y http://www.conabio.gob.mx/117nformación/gis/).

IV.2.1.2.2.1.1 Especies potenciales de anfibios

La riqueza específica potencial de anfibios está representada por 11 especies; de las cuales 4 especies se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su actual **ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019),** bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 78. Lista de anfibios potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES	UICN	Distribución
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	-	LC	Nativa
Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	-	-	LC	Endémica
Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	-	II	LC	Endémica
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	-	-	LC	Nativa
Ranidae	*Lithobates forreri*	Rana leopardo de Forrer	Pr	-	LC	Endémica
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora caribeña	-	-	-	Exótica-Invasora
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	-	-	LC	Nativa
Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo boca angosta huasteco	Pr	-	LC	Nativa
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus nitidus*	Rana fisgona deslumbrante	-	-	LC	Nativa
Ranidae	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Pr	-	LC	Endémica
Ranidae	*Lithobates megapoda*	Rana leopardo patas grandes	Pr	-	NT	Endémica

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

IV.2.1.2.2.1.2 Especies potenciales de aves

La riqueza específica potencial de aves está representada por 259 especies; de las cuales 36 especies se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su actual **ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019),** bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 79. Lista de aves potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC	Nativa	R; MI
Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-	-	LC	Nativa	MI
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	-	-	LC	Nativa	R; MI
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	-	II	LC	Nativa	R
Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo nevado	A	-	NT	Nativa	R; MI; MV
Charadriidae	*Anarhynchus wilsonia*	Chorlo pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI
Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes	-	-	-	Nativa	MI
Anatidae	*Anas diazi*	Pato mexicano	A	-	-	Nativa	R; MI
Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga americana	-	-	LC	Nativa	R
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	-	-	LC	Nativa	R; MV
Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	-	LC	Nativa	R
Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	-	II	LC	Nativa	MI; MV
Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	-	II	LC	Nativa	MI; T
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	-	-	LC	Exótica-Invasora	R; MI
Procellariidae	*Ardenna creatopus*	Pardela Patas Rosadas	Pr	-	VU	Nativa	T; O
Procellariidae	*Ardenna grisea*	Pardela gris	-	-	NT	Nativa	T; O
Procellariidae	*Ardenna pacifica*	Pardela cola cuña	A	-	LC	Nativa	R; T; O
Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	-	-	LC	Nativa	R
Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	-	-	LC	Nativa	MI
Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	-	II	LC	Nativa	R
Ardeidae	*Botaurus exilis*	Avetoro menor	Pr	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	II	LC	Nativa	R; MI; MV
Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-	II	LC	Nativa	R
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	II	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	-	II	LC	Nativa	R

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC	Nativa	MI; T
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	II	LC	Nativa	R; MV
Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-	-	LC	Nativa	R; MI
Anatidae	*Cairina moschata*	Pato real	P	-	LC	Nativa	R
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-	LC	Nativa	MI
Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero Rojo	-	-	NT	Nativa	MI
Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	-	LC	Nativa	MI; T
Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-	-	NT	Nativa	MI
Scolopacidae	*Calidris virgata*	Playero Brincaolas	-	-	LC	Nativa	MI
Picidae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero Pico Plateado	Pr	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-	-	LC	Nativa	R
Falconidae	*Caracara plancus subsp. cheriway*	Caracara Quebrantahuesos Centroamericano	-	II	LC	Nativa	R
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-	-	LC	Nativa	R
Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-	-	LC	Nativa	R
Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	-	-	LC	Nativa	MI
Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	-	-	LC	Nativa	MI; T
Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	-	-	LC	Nativa	R; T
Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	-	-	LC	Nativa	MI
Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	-	NT	Nativa	R; MI
Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	-	-	LC	Nativa	MI; T
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	-	LC	Nativa	R
Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	II	LC	Nativa	R; MI
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	-	II	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	-	-	LC	Exótica-Invasora	R
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	-	LC	Nativa	R
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-	-	LC	Nativa	R

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-	LC	Nativa	R
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	-	LC	Nativa	R
Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulnegro	-	-	LC	Nativa	R
Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	-	-	LC	Nativa	R
Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	-	LC	Endémica	R
Trochilidae	*Cynanthus auriceps*	Esmeralda Occidental	-	II	LC	Endémica	R
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-	II	LC	Nativa	R
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	III	LC	Nativa	R
Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	-	III	LC	Nativa	R
Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	-	-	LC	Nativa	R
Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	-	NT	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor	-	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	-	II	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Empidonax albigularis*	Papamoscas Garganta Blanca	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas Amarillo del Pacífico	-	-	LC	Nativa	R; MI
Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	-	-	LC	Nativa	MI
Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	-	-	LC	Nativa	R; MI
Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	-	-	-	Endémica	R
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	II	VU	Nativa	R
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Pr	I	LC	Nativa	R; MI
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	-	II	LC	Nativa	R; MI
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	-	-	LC	Nativa	R
Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-	-	LC	Nativa	R; MI
Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	-	-	LC	Nativa	MI
Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	-	-	LC	Nativa	R
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	-	LC	Nativa	MI
Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	-	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	II	LC	Nativa	R
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	-	II	LC	Nativa	R
Strigidae	*Glaucidium palmarum*	Tecolote colimense	A	II	LC	Endémica	R

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Cardinalidae	*Granatellus venustus*	Granatelo mexicano	-	-	LC	Endémica	R
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero americano	-	-	LC	Nativa	R; MI
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Trochilidae	*Heliomaster constantii*	Colibrí Picudo Occidental	-	II	LC	Nativa	R
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	-	II	LC	Nativa	R
Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	-	-	Nativa	R; MI
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV; T
Hydrobatidae	*Hydrobates melania*	Paíño negro	A	-	LC	Nativa	R; O
Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio	-	-	LC	Nativa	R; MI
Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	-	-	LC	Nativa	MI
Icteridae	*Icterus pectoralis*	Calandria Pecho Moteado	-	-	LC	Nativa	R
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	-	LC	Nativa	R
Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus spurius subsp. spurius*	Calandria Castaña	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	-	LC	Nativa	R
Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	-	-	LC	Nativa	R
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT	Nativa	R; MI
Laridae	*Larus argentatus*	Gaviota Plateada	-	-	-	Nativa	MI
Laridae	*Larus californicus*	Gaviota californiana	-	-	LC	Nativa	MI
Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	-	-	LC	Nativa	MI
Laridae	*Larus heermanni*	Gaviota Plomiza	Pr	-	NT	Nativa	R
Laridae	*Larus livens*	Gaviota Bajacalifornia	Pr	-	LC	Nativa	R
Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela Canela	-	-	LC	Nativa	R
Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Leiothlypis luciae*	Chipe rabadilla rufa	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	-	-	LC	Nativa	MI
Parulidae	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de Virginia	-	-	LC	Nativa	MI
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	-	-	LC	Nativa	R
Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	-	-	LC	Nativa	T
Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	-	-	VU	Nativa	MI
Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	-	-	NT	Nativa	MI

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	-	VU	Nativa	MI
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	-	-	LC	Nativa	MI
Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín pescador de collar	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	-	-	LC	Nativa	R
Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	-	-	LC	Endémica	R
Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	-	-	LC	Endémica	R
Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	-	LC	Nativa	MI
Passerellidae	*Melozone kieneri*	Rascador Nuca Canela	-	-	LC	Endémica	R
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	II	LC	Nativa	R
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	-	-	LC	Nativa	MI
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	-	-	LC	Nativa	R; MV
Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	-	-	LC	Nativa	R; MI
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	-	-	LC	Nativa	R
Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	-	LC	Nativa	R; MI
Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Tyrannidae	*Myiarchus nuttingi*	Papamoscas Huí	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	-	LC	Nativa	R; MV
Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	-	-	LC	Nativa	MV
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	-	LC	Nativa	R
Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	-	-	LC	Nativa	R
Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo	-	-	LC	Nativa	MI
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito trinador	-	-	LC	Nativa	MI
Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	-	-	LC	Nativa	R; MI
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	-	-	LC	Nativa	R
Cracidae	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca pálida	-	-	LC	Endémica	R
Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	Pato tepalcate	-	-	LC	Nativa	R; MI
Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	-	-	LC	Nativa	R
Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	-	II	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	-	-	LC	Nativa	MI
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Europeo	-	-	LC	Exótica-Invasora	R
Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	-	LC	Nativa	MI; MV

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorín pecho naranja	-	-	LC	Endémica	R
Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado	-	-	LC	Nativa	R; MV
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	-	-	LC	Nativa	R
Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	-	-	LC	Nativa	MI
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	-	-	LC	Nativa	R; MI
Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	-	-	LC	Nativa	MV; T
Passerellidae	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	-	-	LC	Nativa	R
Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	-	LC	Nativa	R
Phaethontidae	*Phaethon aethereus*	Rabijunco pico rojo	A	-	LC	Nativa	R; O
Scolopacidae	*Phalaropus lobatus*	Falaropo cuello rojo	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	-	-	LC	Nativa	MI; T
Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-	-	LC	Endémica	R
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	-	-	LC	Nativa	R
Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-	-	LC	Nativa	R
Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	-	-	LC	Nativa	R; MI
Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	-	-	LC	Nativa	R; MI
Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	-	-	VU	Nativa	MI
Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	-	-	LC	Nativa	R; MI
Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-	-	LC	Nativa	R; MI
Polioptilidae	*Polioptila nigriceps*	Perlita sinaloense	-	-	LC	Endémica	R
Rallidae	*Porphyrio martinicus*	Gallineta morada	-	-	LC	Nativa	R; MI
Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora	-	-	LC	Nativa	R; MI
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	-	-	LC	Nativa	R; MV
Procellariidae	*Puffinus opisthomelas*	Pardela mexicana	P	-	NT	Nativa	R; O
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	-	-	LC	Nativa	R; MI
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*	Papamoscas Mexicano	Pr	-	LC	Endémica	R
Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	-	-	LC	Nativa	R; MI
Rhodinocichlidae	*Rhodinocichla rosea*	Tangara Pecho Rosa	-	-	LC	Nativa	R
Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	-	-	LC	Nativa	MI; MV; T

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Pr	II	LC	Nativa	R
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	-	II	LC	Nativa	R
Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	-	-	LC	Nativa	R; MI
Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	-	-	LC	Nativa	R
Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	-	-	LC	Nativa	MI
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV; T
Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	Chipe Tropical	-	-	LC	Nativa	R; MV
Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	-	-	LC	Nativa	MI
Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	-	-	LC	Nativa	MI
Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela	-	-	LC	Nativa	R; MI
Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	-	-	LC	Nativa	MI
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-	-	LC	Nativa	R
Thraupidae	*Sporophila minuta*	Semillero pecho canela	-	-	LC	Nativa	R
Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	-	LC	Endémica	R
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán común	-	-	LC	Nativa	MI; T
Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	-	LC	Nativa	R; MV
Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	-	-	LC	Exótica-Invasora	R
Sulidae	*Sula brewsteri*	Bobo café	-	-	LC	Nativa	R
Sulidae	*Sula dactylatra*	Bobo enmascarado	-	-	LC	Nativa	R
Sulidae	*Sula nebouxii*	Bobo Patas Azules	Pr	-	LC	Nativa	R
Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	Pr	-	LC	Nativa	R
Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-	-	LC	Nativa	R
Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	-	-	LC	Nativa	MI
Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr	-	NT	Nativa	MI; MV
Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	-	-	LC	Nativa	R; MI
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	-	-	LC	Nativa	R
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	-	-	LC	Endémica	R
Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	-	LC	Nativa	R
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	-	-	LC	Nativa	R
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	-	-	VU	Nativa	MI
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	-	-	NT	Nativa	MI

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	-	-	LC	Nativa	MI
Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	-	LC	Endémica	R
Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo garganta blanca	-	-	LC	Nativa	R
Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	-	-	LC	Endémica	R
Turdidae	*Turdus rufopalliatus subsp. rufopalliatus*	Tordo	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	-	-	LC	Nativa	MI; MV; T
Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-	-	LC	Nativa	R; MI
Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza de campanario	-	II	LC	Nativa	R
Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	-	-	LC	Nativa	R
Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Vireonidae	*Vireo cassinii*	Vireo de Cassin	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	-	-	LC	Nativa	MV
Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-	-	LC	Nativa	R; MI
Vireonidae	*Vireo hypochryseus*	Vireo Amarillo	-	-	-	Endémica	R
Vireonidae	*Vireo hypochryseus subsp. hypochryseus*	Vireo amarillo	-	-	-	Nativa	R
Vireonidae	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	-	-	LC	Nativa	R
Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	-	LC	Nativa	R; MI
Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	-	-	LC	Nativa	R; MI

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

[4] **Estacionalidad: P=** Residencia permanente, **T=** Transitorio, **I=** Invierno permanece en el área, **O=** Oceánica, **MV=** Migratorio en verano, **MI=** Migratorio en invierno, **V=** Verano permanece en el área, **R=** Residente en época de reproducción.

IV.2.1.2.2.1.3 Especies potenciales de mamíferos

La riqueza específica potencial de mamíferos está representada por 38 especies; de las cuales 1 especie se encuentra listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su actual **ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019),** bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 80. Lista de mamíferos potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	-	-	LC	Nativa
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis subsp. triomylus*	Murciélago	-	-	LC	Nativa
Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante	-	-	LC	Nativa
Cricetidae	*Baiomys musculus*	Ratón pigmeo sureño	-	-	LC	Nativa
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris de saco	-	-	LC	Nativa
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata subsp. plicata*	Murciélago gris de saco	-	-	LC	Nativa
Bovidae	*Bos taurus*	Ganado vacuno	-	-	-	Exótica
Canidae	*Canis familiaris*	Perro Doméstico	-	-	-	Exótica-Invasora
Phyllostomidae	*Choeroniscus godmani*	Murciélago lengüetón de Godman	-	-	LC	Nativa
Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	-	-	LC	Nativa
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-	-	-	Nativa
Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis subsp. nana*	Murciélago frugívoro pigmeo	-	-	LC	Nativa
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	-	LC	Nativa
Didelphidae	*Didelphis virginiana subsp. californica*	Tlacuache norteño	-	-	LC	Nativa
Felidae	*Felis catus*	Gato doméstico	-	-	-	Exótica-Invasora
Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón	-	-	-	Nativa
Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	-	-	LC	Nativa
Heteromyidae	*Heteromys pictus subsp. pictus*	Ratón espinoso pintado	-	-	LC	Nativa
Phyllostomidae	*Leptonycteris yerbabuenae*	Murciélago magueyero menor	Pr	-	NT	Nativa
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	-	LC	Nativa
Molossidae	*Molossus sinaloae*	Murciélago mastín de Sinaloa	-	-	LC	Nativa
Molossidae	*Molossus sinaloae subsp. sinaloae*	Murciélago mastín de Sinaloa	-	-	LC	Nativa
Muridae	*Mus musculus*	Ratón casero eurasiático	-	-	-	Exótica-Invasora
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	III	LC	Nativa
Sciuridae	*Notocitellus adocetus*	Cuinique	-	-	LC	Endémica
Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	-	-	LC	Endémica
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	-	LC	Nativa
Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	-	-	LC	Nativa
Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	-	-	LC	Endémica
Geomyidae	*Pappogeomys bulleri*	Tuza de Jalisco	-	-	LC	Endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-	LC	Nativa
Mormoopidae	*Pteronotus fulvus*	Murciélago lomo pelón menor	-	-	LC	Nativa
Vespertilionidae	*Rhogeessa parvula*	Murciélago amarillo menor	-	-	LC	Endémica
Emballonuridae	*Saccopteryx bilineata*	Murciélago rayado mayor	-	-	LC	Nativa
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla Vientre Rojo	-	-	LC	Nativa
Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	-	-	LC	Endémica
Cricetidae	*Sigmodon alleni*	Rata de la caña del Pacífico	-	-	VU	Endémica
Cricetidae	*Sigmodon mascotensis*	Rata de la caña de Jalisco	-	-	LC	Endémica

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

IV.2.1.2.2.1.4 Especies potenciales de reptiles

La riqueza específica potencial de reptiles está representada por 50 especies; de las cuales 23 especies se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su actual **ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019),** bajo alguna categoría de riesgo; en la siguiente tabla se presentan las especies potenciales.

Tabla 81. Lista de reptiles potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Anolidae	*Anolis megapholidotus*	Abaniquillo de escamas grandes	Pr	-	LC	Endémica
Anolidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	-	-	LC	Endémica
Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Pr	-	LC	Endémica
Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	-	LC	Endémica
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	-	-	LC	Nativa
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Lagartija cola azul	Pr	-	LC	Endémica
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	-	-	LC	Nativa
Boidae	*Boa sigma*	Mazacuata	-	II	-	Endémica
Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de Río	Pr	II	VU	Nativa
Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Víbora de cascabel	Pr	-	LC	Endémica
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana negra	A	II	LC	Endémica
Dipsadidae	*Dipsas gaigeae*	Culebra caracolera	Pr	-	LC	Endémica
Colubridae	*Drymarchon corais*	Culebra indigo	-	-	-	Nativa
Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos	-	-	LC	Nativa
Gekkonidae	*Gehyra mutilata*	Geco plano	-	-	LC	Exótica
Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Lagarto de chaquira	A	II	LC	Nativa
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	-	LC	Exótica-Invasora
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	-	LC	Nativa
Elapidae	*Hydrophis platurus*	Serpiente marina pelágica	-	-	LC	Nativa
Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna	Pr	-	LC	Endémica
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	LC	Nativa
Typhlopidae	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática	-	-	LC	Exótica-Invasora
Kinosternidae	*Kinosternon chimalhuaca*	Tortuga de pantano jaliscience	-	II	LC	Endémica
Colubridae	*Lampropeltis polyzona*	Falsa coralillo real occidental	A	-	LC	Nativa
Dipsadidae	*Leptodeira maculata*	Escombrera del suroeste mexicano	Pr	-	LC	Endémica
Dipsadidae	*Leptodeira septentrionalis subsp. polysticta*	Culebra ojo de gato	Pr	-	LC	Nativa

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Colubridae	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico gargantilla	A	-	LC	Endémica
Dipsadidae	*Manolepis putnami*	Culebra cabeza surcada	-	-	LC	Endémica
Scincidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	-	-	LC	Endémica
Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	-	-	LC	Nativa
Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	-	-	LC	Nativa
Phyllodactylidae	*Phyllodactylus davisi*	Salamanquesa de Colima	A	-	LC	Endémica
Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa patas de res	-	-	LC	Endémica
Dipsadidae	*Pseudoleptodeira latifasciata*	Culebra ojo de gato falsa cabeza roja	Pr	-	LC	Endémica
Geoemydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga de monte pintada	A	II	-	Nativa
Colubridae	*Salvadora lemniscata*	Culebra chata sureña	Pr	-	LC	Endémica
Colubridae	*Salvadora mexicana*	Culebra chata del Pacífico	Pr	-	LC	Endémica
Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	-	-	LC	Nativa
Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	-	-	LC	Endémica
Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	-	-	LC	Nativa
Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	-	-	LC	Endémica
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	-	-	LC	Nativa
Scincidae	*Scincella assata*	Eslizón centroamericano	-	-	LC	Nativa
Colubridae	*Symphimus leucostomus*	Culebra labios blancos de Tehuantepec	Pr	-	LC	Endémica
Colubridae	*Tantilla calamarina*	Culebrita cabeza negra del Pacífico	Pr	-	LC	Endémica
Natricidae	*Thamnophis validus*	Culebra listonada de la costa oeste	-	-	LC	Endémica
Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga gravada	-	-	LC	Nativa
Emydidae	*Trachemys scripta subsp. elegans*	Tortuga pinta	Pr	-	-	Nativa
Colubridae	*Trimorphodon biscutatus*	Culebra lira	-	-	LC	Nativa
Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	-	-	LC	Endémica

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

IV.2.1.2.2.2 Caracterización de la fauna

La metodología empleada para determinar la riqueza y abundancia de especies de vertebrados terrestres en el Sistema Ambiental (SA) se basó en observaciones directas realizadas mediante **6 transectos** para el registro de **anfibios, mamíferos y reptiles**, así como **6 puntos de conteo** para **aves**. De manera análoga, en el **Área del Proyecto (AP)** se aplicó el mismo diseño metodológico, utilizando **6 transectos** para anfibios, mamíferos y reptiles y **6 puntos de conteo** para aves. La ubicación de los transectos y puntos de conteo en ambas áreas se seleccionó en unidades de vegetación con características similares, con el propósito de garantizar la comparabilidad de los resultados y minimizar sesgos asociados a diferencias en la cobertura vegetal.

Equipo y material utilizado en el inventario:

- Posicionadores geográficos, Cámara fotográfica, Cámaras de foto trampeo Binoculares.
- Cuerda compensada, Computadora de bolsillo, Tablas de apoyo, Catálogos de especies, Lápices, alimento para gato y atún como carnada.
- Machetes, Equipo de campamento, vehículos de transporte, viboreras, cubre bocas, guantes, botas de campo, chalecos con reflectantes, sombrero de campo, lentes de seguridad.

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 secas, específicamente en los meses de **noviembre** y **diciembre del 2025.**

Delimitación del área

En consecuencia de que el muestreo de fauna es de carácter representativo dentro de un polígono irregular correspondiente al Área del Proyecto, el área efectivamente muestreada se delimitó de manera precisa por cada uno de los vértices que conforman dicho polígono, considerando además la distribución del tipo de vegetación presente (Selva baja caducifolia). El mismo criterio metodológico se aplicó para el Sistema Ambiental, garantizando que el muestreo se realizara dentro de los límites espaciales definidos y que los registros obtenidos fueran representativos de la unidad de vegetación evaluada, permitiendo así la comparabilidad y validez de los resultados obtenidos.

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 del presente estudio, el uso de transecto es aún más adecuado pues se ajusta más a la forma rectangular que tiene el área del proyecto.

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 transectos, combinado con un método indirecto mediante la identificación de huellas y excretas, esto fue para anfibios, reptiles y mamíferos, para el caso del registro de aves se realizó un conteo visual en el punto de conteo, así como la identificación de un método indirecto mediante la identificación del canto de las aves.

Número de unidades de muestreo

Para tener un comparativo de la riqueza y abundancia de especies de fauna en el SA y AP, se delimitaron y recorrieron **6 transectos** de **50 m** de largo para **anfibios, mamíferos y reptiles**, a su vez, en el mismo transecto se ubicaron **6 puntos de conteo** con un radio de **25 m** para **aves**. 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.

IV.2.1.2.2.2.1 Diseño del muestreo

Conteo de aves

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 **25 m**, que es básicamente la realización de conteos en puntos definidos durante el recorrido del mismo transecto recorrido para los otros grupos faunísticos. 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 inició 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).[78]

[78] Ralph, C. J. & Scott, M. (1981). Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian biology (6). USA: Cooper Ornithological Society.



Figura 69. 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)[79]. El observador debe tener amplia experiencia en la identificación de las aves tanto visual como auditivamente (Alldredge *et al.* 2007a[80], Simons *et al.* 2007[81]). 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)[82].

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.* 1992citado por F. González G. 2011).

Conteo de Reptiles y Anfibios

Para los grupos de los anfibios y reptiles, se utilizó la metodología de encuentro visual dentro de los transectos, que consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de los trayectos generalmente durante un periodo fijo, esto incluyendo el movimiento de piedras, ramas o especie arbóreas o arbustivas que pudieran servir de refugios a los individuos. La utilización de transectos sirve no solamente para la identificación de las especies, sino también para la obtención de datos como la abundancia relativa, riqueza de especies y densidad (Gallina y López 2011)[83].

El muestro de estos grupos de fauna se realizó a través de los siguientes métodos:

79 Chávez–León, G. y A. Velázquez. 2004. Abundance and distribution of the Long–tailed Wood–Partridge (Dendrortyx macroura) in a tempearte coniferous forest. Journal of field Ornithology 75:345–352.
80 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
81 Simons, T.R., Alldredge, M.W., Pollock, K.H. & Wettroth, J.M. 2007. Experimental analysis of the auditory detection process on avian point counts.
82 F. González-García. 2011. Métodos para contar aves terrestres: Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.
83 Gallina, S. y López C. (Eds.) 2011. Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna. Universidad Autónoma de Querétaro. págs.61-64, 390.

- ***Colecta oportunista*.** Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos.

- ***Encuentro visual*.** Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatoria, generalmente durante un período de tiempo fijo.

Ambos métodos fueron utilizados inicialmente mediante un recorrido en transectos realizando la búsqueda y presencia de ejemplares (rocas, ramas muertas, cuerpos de agua), se realizó búsqueda intensiva en transectos de **50 metros** de largo, por **10 metros** de ancho, como se puede mostrar en la siguiente figura:

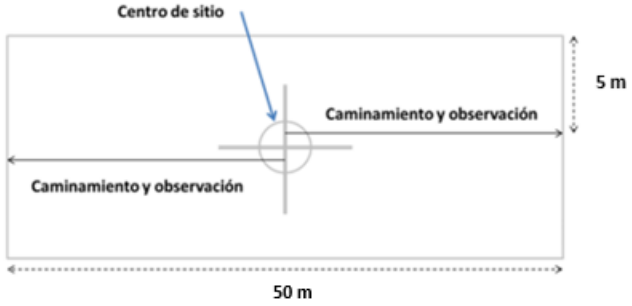


Figura 70. Transecto de muestreo de reptiles y anfibios.

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, con la realización de transectos de **50 m** y un ancho visual aproximado de **10 m** (5 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.

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 trampas (Wilson y Delahay 2001)[84], 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 a la que se afectará con la ejecución del proyecto.

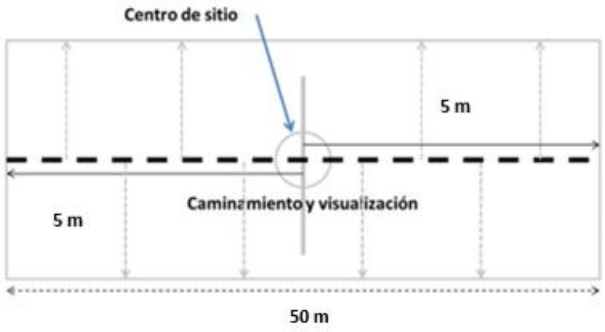


Figura 71. Transecto de muestreo de mamíferos.

[84] Wilson, G.J. y R.J. Delahay. 2001. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research* 28:151-164.

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 trampas (Wilson y Delahay 2001)[85], 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.

Fototrampeo

Las cámaras trampa son usadas actualmente para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas.

a) Programación

Cada marca y modelo de cámara trampa tiene su sistema de programación independiente y cuenta con su propio manual de funcionamiento, que debe ser leído y comprendido a cabalidad. El modelo o tipo de cámara a usar depende del área de estudio y de la disponibilidad de recursos económicos para su adquisición. Se sugiere evaluar las siguientes características para seleccionar el modelo de la cámara trampa:

- Dimensiones y peso de la cámara trampa.
- Nivel de resistencia al calor y humedad.
- Calidad y/o tamaño de las fotografías (resolución).
- Tipo de iluminación para fotografías nocturnas: flash o infrarrojo.
- Tipo y cantidad de las baterías.
- Rango de detección.
- Velocidad de captura fotográfica.
- Tiempo de recuperación entre fotografías.
- Opción de fotografías múltiples.
- Posibilidad de adaptación a otros dispositivos (paneles solares, sistemas de visualización de imágenes, etc.).

b) Pruebas de funcionamiento de las cámaras trampa

Previo a la salida de campo se requiere hacer pruebas del funcionamiento de las cámaras. Estas pruebas consisten en verificar que el sistema eléctrico de la cámara no presente fallas (revisión con baterías), que el sensor de movimiento y/o térmico se active adecuadamente, que el flash o sistema infrarrojo responda como es esperado y que el sistema de almacenamiento de imágenes y de registro de información de cada fotografía corresponda a lo programado.

c) Instalación de las cámaras trampa en campo

La puesta de las cámaras trampa obedece al objetivo deseado. Por ejemplo, para el caso de detección de grandes felinos e inventarios de vertebrados, se ubican en zonas donde el paso de fauna ha sido registrado antes, como en caminos usados por animales y/o cazadores. No obstante las generalidades son las siguientes:

- La cámara debe estar en posición perpendicular al camino – para maximizar la probabilidad de detectar todo el flanco del animal.
- La ubicación de la cámara está sobre un sector del camino nivelado y plano.
- Ubicar las cámaras sobre arboles rectos y con poco ángulo de engrosamiento del tronco.

[85] 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.

- Ubicar la cámara entre tres y cuatro metros de donde usted espera que pase el animal objetivo.
- Corte a ras del suelo toda la vegetación en frente de la cámara en una amplitud de un ángulo de 180 grados.



Figura 72. Actividades de muestreo de fauna in-situ.

Ubicación georeferenciada de los transectos de muestreo

De manera general, los factores que se consideraron al elegir la ubicación de las unidades de muestreo fueron:

- ✓ Las dimensiones del área de estudio (Área del Proyecto y Sistema Ambiental)
- ✓ Los diferentes ecosistemas presentes
- ✓ La accesibilidad a los habitas más representativos

A continuación se presenta la ubicación georeferenciada de los transectos y puntos de conteo de muestreo de fauna en el SA y AP así como las coordenadas en una sistema WGS 84 UTM zona 13 norte.

Tabla 82. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna en el AP.

No	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
1	568238.77	2113688.77	568287.96	2113674.65
2	568290.56	2113724.21	568340.56	2113713.29
3	568375.58	2113705.11	568358.19	2113656.98
4	568309.05	2113698.15	568360.17	2113695.82
5	568303.93	2113688.32	568351.79	2113670.20
6	568231.92	2113700.06	568277.71	2113722.92

Tabla 83. Coordenadas de los puntos de conteo de muestreo de fauna en el AP.

No	X	Y
1	568257.41	2113683.48
2	568267.62	2113717.89
3	568297.76	2113722.64
4	568342.16	2113696.64
5	568317.01	2113683.37
6	568362.47	2113668.81

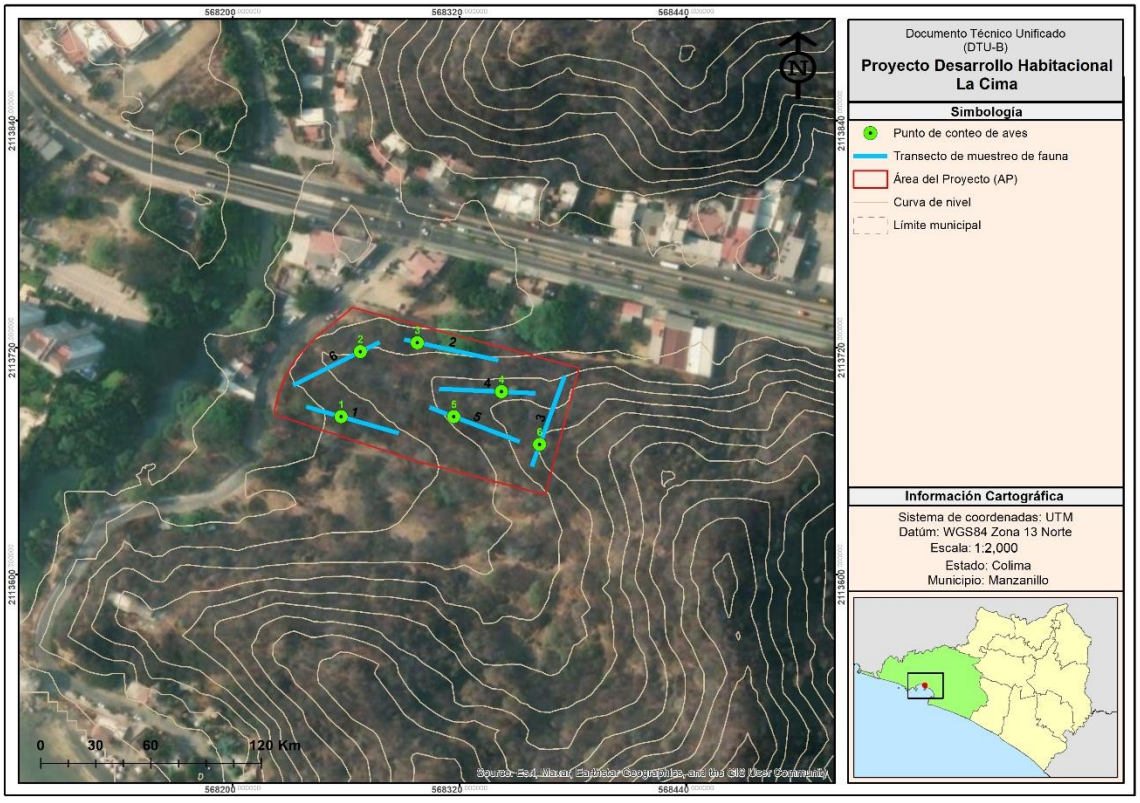


Figura 73. Plano de ubicación georeferenciada de los transectos de muestreo de fauna en el AP.

Tabla 84. Coordenadas de los transectos de muestreo de fauna en el SA.

No	Inicio		Final	
	X	Y	X	Y
1	568440.60	2113601.33	568456.02	2113552.53
2	568467.50	2113514.82	568458.64	2113464.42
3	568499.91	2113660.79	568464.85	2113623.51
4	566406.18	2114516.45	566394.83	2114566.36
5	566295.21	2114578.64	566343.07	2114560.52
6	566118.67	2114640.98	566169.78	2114643.62

Tabla 85. Coordenadas de los puntos de conteo de muestreo de fauna en el SA.

No	X	Y
1	568452.07	2113565.04
2	568465.40	2113502.88
3	568476.44	2113635.84
4	566403.87	2114526.61
5	566301.55	2114576.24
6	566140.80	2114642.12

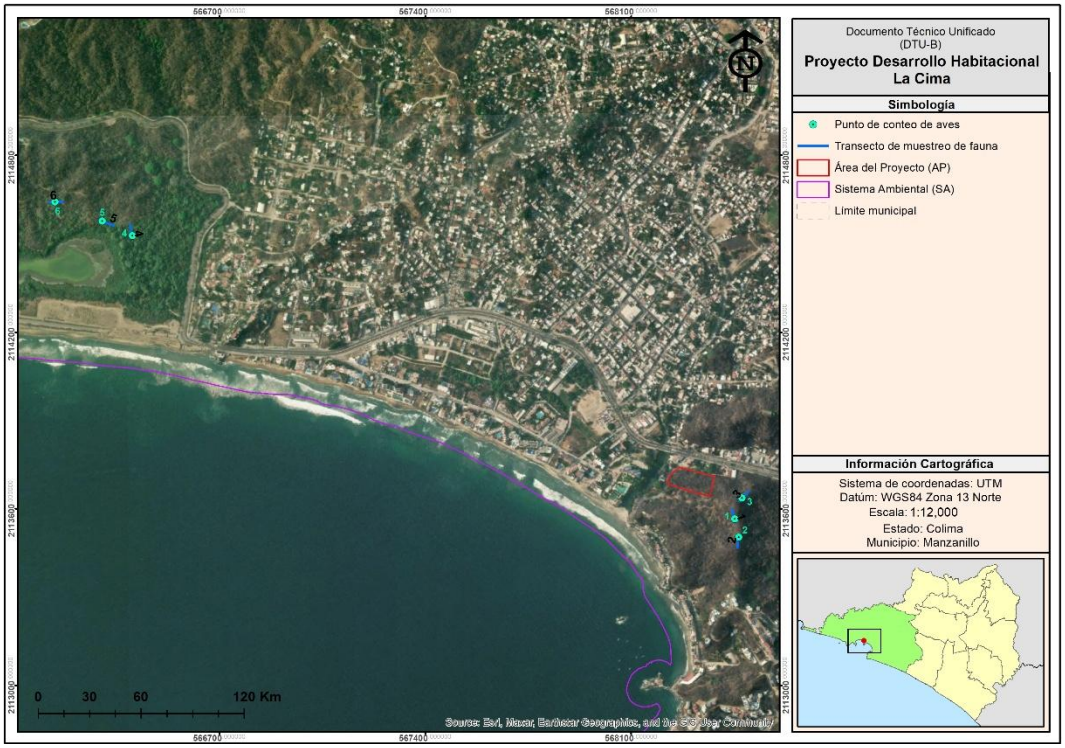


Figura 74. Plano de ubicación georeferenciada de los transectos de muestreo de fauna en el SA.

IV.2.1.2.2.2.2 Caracterización de la fauna del Sistema Ambiental (SA)

A continuación, se presenta el listado faunístico de las especies por clase identificadas en el SA.

Tabla 86. Listado de especies de fauna registradas en el muestreo para el SA.

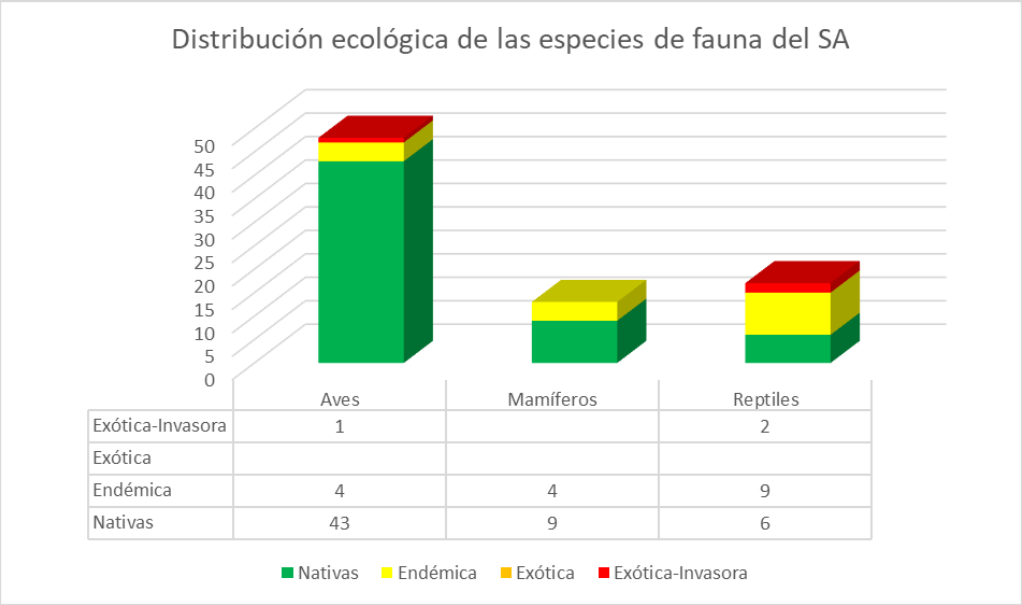
No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
1	Aves	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	Nativa
2	Aves	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-	Nativa

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
3	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	-	Nativa
4	Aves	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	Nativa
5	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	Nativa
6	Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	Nativa
7	Aves	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Gavilan cola corta		Nativa
8	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	Nativa
9	Aves	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-	Nativa
10	Aves	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	Nativa
11	Aves	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	Nativa
12	Aves	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	-	Nativa
13	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-	Nativa
14	Aves	Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	-	Nativa
15	Aves	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-	Nativa
16	Aves	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	-	Nativa
17	Aves	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	-	Nativa
18	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	Nativa
19	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	-	Nativa
20	Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	Nativa
21	Aves	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	-	Nativa
22	Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	Endémica
23	Aves	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	Nativa
24	Aves	Strigidae	*Glaucidium palmarum*	Tecolote colimense	A	Endémica
25	Aves	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	Nativa
26	Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	Nativa
27	Aves	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	Nativa
28	Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado	-	Nativa
29	Aves	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	-	Nativa
30	Aves	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	-	Nativa
31	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	Nativa
32	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	Nativa
33	Aves	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	-	Nativa
34	Aves	Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	Nativa
35	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	-	Nativa
36	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-	Nativa
37	Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-	Nativa
38	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	Nativa
39	Aves	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	Endémica
40	Aves	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	Nativa
41	Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Tortola turca	-	Exótica-Invasora
42	Aves	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-	Nativa
43	Aves	Laridae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr	Nativa
44	Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	Endémica
45	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	Nativa
46	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	Nativa
47	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	-	Nativa
48	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	Nativa
49	Mamíferos	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	-	Nativa
50	Mamíferos	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-	Nativa
51	Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	Nativa

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
52	Mamíferos	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón	-	Nativa
53	Mamíferos	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	-	Nativa
54	Mamíferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	Nativa
55	Mamíferos	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	-	Endémica
56	Mamíferos	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	Nativa
57	Mamíferos	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	-	Nativa
58	Mamíferos	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	-	Endémica
59	Mamíferos	Geomyidae	*Pappogeomys bulleri*	Tuza de Jalisco	-	Endémica
60	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	Nativa
61	Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	-	Endémica
62	Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	-	Endémica
63	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	-	Nativa
64	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Lagartija cola azul	Pr	Endémica
65	Reptiles	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	-	Nativa
66	Reptiles	Boidae	*Boa sigma*	Mazacuata	-	Endémica
67	Reptiles	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Víbora de cascabel	Pr	Endémica
68	Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana negra	A	Endémica
69	Reptiles	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	Exótica-Invasora
70	Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	Nativa
71	Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	Exótica-Invasora
72	Reptiles	Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	-	Nativa
73	Reptiles	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa patas de res	-	Endémica
74	Reptiles	Geoemydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga de monte pintada	A	Nativa
75	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	-	Nativa
76	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	-	Endémica
77	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	-	Endémica
78	Reptiles	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	-	Endémica

Dominancia de especies nativas, endémicas y exóticas

La distribución ecológica de la fauna registrada en el Sistema Ambiental (SA) muestra un claro predominio de especies nativas y endémicas en los grupos de aves, mamíferos y reptiles, lo que refleja un estado de conservación favorable y la funcionalidad de los procesos ecológicos del área. En particular, las aves están representadas mayoritariamente por especies nativas (43) y endémicas (4), con presencia mínima de especies exóticas-invasoras (1), mientras que los mamíferos se componen exclusivamente de especies nativas (9) y endémicas (4), sin registros de especies exóticas, lo que indica baja presión antrópica. En el caso de los reptiles, destaca una alta proporción de especies endémicas (9) y nativas (6), con únicamente 2 especies exótica-invasora, situación que no altera la estructura general del conjunto faunístico. En conjunto, la limitada presencia de especies exóticas-invasoras y la dominancia de fauna nativa y endémica permiten concluir que el Sistema Ambiental mantiene una integridad ecológica adecuada, por lo que la ejecución del proyecto, bajo la aplicación de medidas de manejo ambiental, no comprometerá la biodiversidad faunística regional.

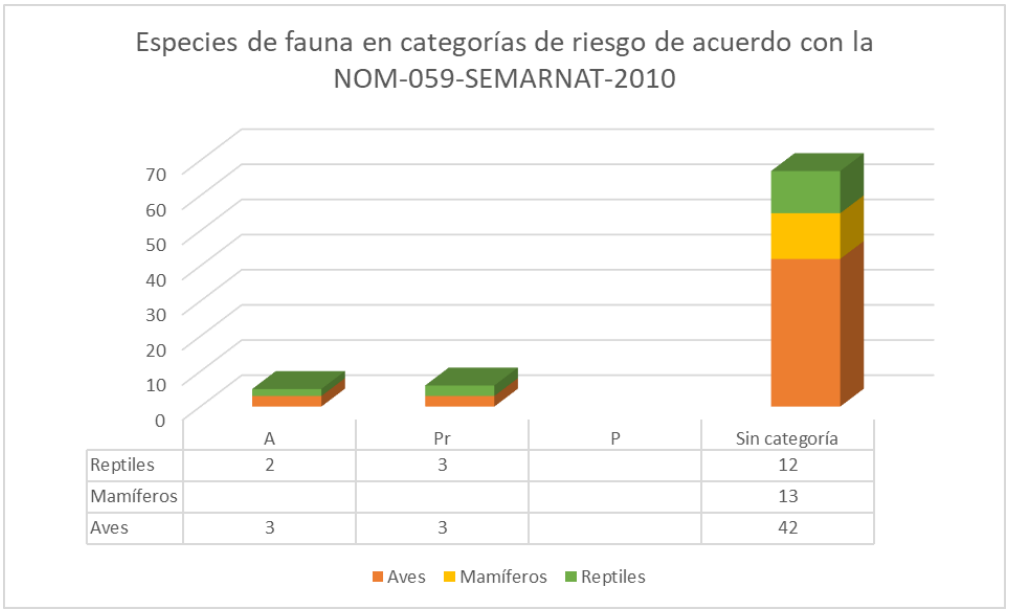


	Aves	Mamíferos	Reptiles
Exótica-Invasora	1		2
Exótica			
Endémica	4	4	9
Nativas	43	9	6

Figura 75. Distribución de especies de fauna nativas, endémicas y exóticas para el SA.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actual ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)

De acuerdo con los resultados del muestreo en el SA, **se identificaron 11 (once) especies** bajo algún estatus, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)**.



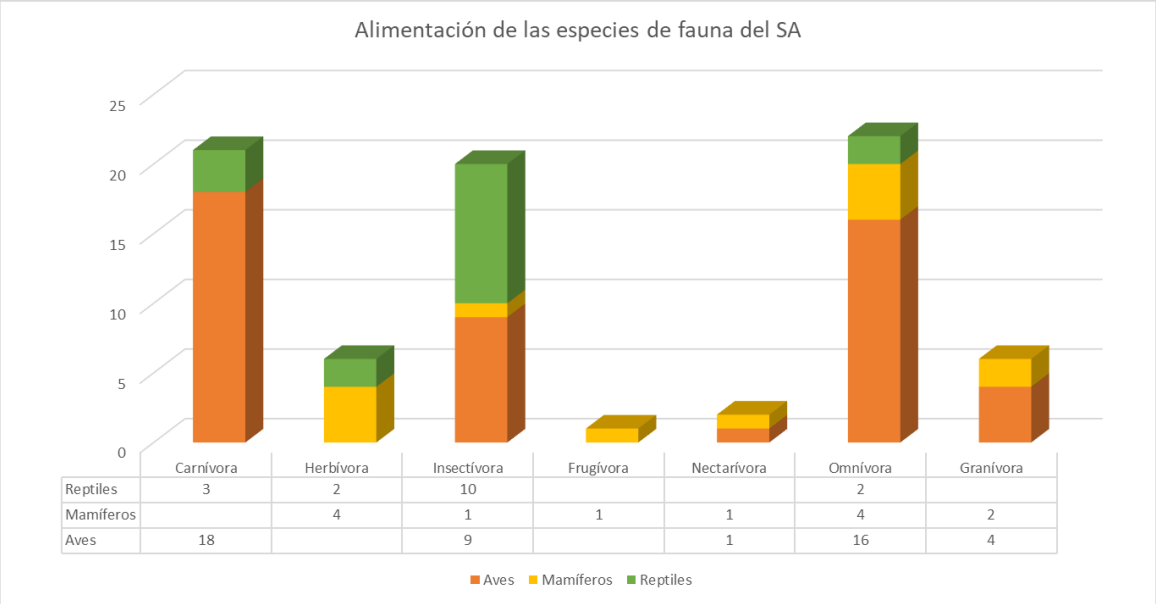
	A	Pr	P	Sin categoría
Reptiles	2	3		12
Mamíferos				13
Aves	3	3		42

Figura 76. Número de especies por clase faunística en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SA.

Alimentación de las especies de fauna

La alimentación de las especies de fauna registradas en el Sistema Ambiental (SA) muestra una estructura trófica diversa y equilibrada, característica de ecosistemas funcionales. Destaca el predominio de especies carnívoras y omnívoras, principalmente en el grupo de aves, con 18 especies carnívoras y 16 omnívoras, lo que evidencia un papel relevante en la regulación de poblaciones y en la transferencia de energía dentro de la red trófica. En los

reptiles, sobresale la categoría insectívora, con 10 especies, reflejando su importancia en el control natural de insectos y otros invertebrados, mientras que los mamíferos presentan una distribución más balanceada entre hábitos herbívoros (4 especies) y omnívoros (4 especies), complementada por registros puntuales de especies carnívoras, frugívoras y nectarívoras. Las categorías frugívora, nectarívora y granívora, aunque representadas por un menor número de especies, cumplen funciones ecológicas clave como la dispersión de semillas y la polinización. En conjunto, la diversidad de estrategias alimenticias confirma la estabilidad y complejidad del Sistema Ambiental, indicando que la ejecución del proyecto no comprometerá la estructura ni el funcionamiento de las cadenas tróficas locales.



	Carnívora	Herbívora	Insectívora	Frugívora	Nectarívora	Omnívora	Granívora
Reptiles	3	2	10			2	
Mamíferos		4	1	1	1	4	2
Aves	18		9		1	16	4

Figura 77. Actividad cinegética de las especies de fauna en el SA.

Actividad cinegética de las especies de fauna

La actividad cinegética de las especies de fauna registradas en el Sistema Ambiental (SA) muestra un claro predominio de especies no cinegéticas en los tres grupos faunísticos evaluados, lo que indica una baja presión asociada al aprovechamiento extractivo. En el caso de las aves, de un total de 48 especies, 43 corresponden a especies no cinegéticas y únicamente 5 presentan algún interés cinegético, reflejando que la mayoría de este grupo cumple funciones ecológicas y no está sujeta a caza regular. Para los mamíferos, se identifican 10 especies no cinegéticas y 3 cinegéticas, lo que evidencia que el componente faunístico de mayor tamaño potencialmente aprovechable es reducido. En cuanto a los reptiles, la totalidad de las 17 especies registradas son no cinegéticas, descartando la existencia de presión por caza sobre este grupo. En conjunto, estos resultados indican que el Sistema Ambiental no se caracteriza por albergar una fauna de alto valor cinegético, por lo que el proyecto no inducirá impactos relevantes asociados a la pérdida de especies aprovechables, manteniéndose la integridad de las poblaciones faunísticas bajo un esquema de manejo ambiental adecuado.

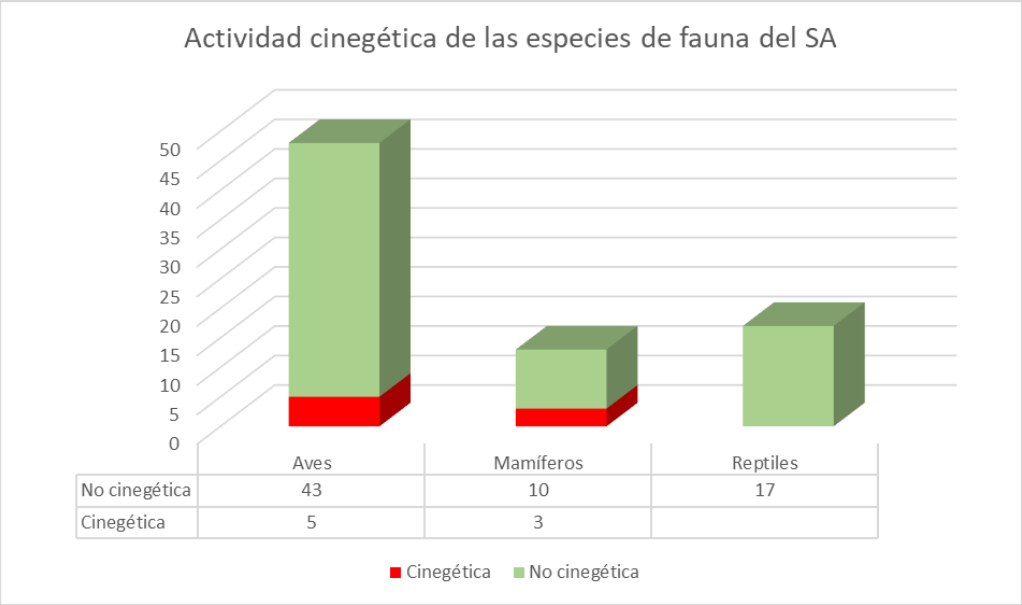


Figura 78. Actividad cinegética de las especies de fauna en el SA.

Abundancia y estacionalidad de las especies de fauna

La estacionalidad y abundancia de las especies de fauna registradas en el Sistema Ambiental (SA) evidencian un conjunto faunístico estable y bien representado a lo largo del año. En cuanto a la estacionalidad, predomina ampliamente la categoría de especies residentes (R), particularmente en aves (27 especies), mamíferos (13) y reptiles (17), lo que indica que el SA ofrece condiciones ambientales constantes para el establecimiento permanente de la fauna. La presencia de especies residentes–migratorias (R; MI) y combinaciones con migración invernal, de verano y tránsito (MI, MV, T) es baja y se concentra principalmente en aves, reflejando la función del área como sitio complementario dentro de rutas migratorias, sin que ello implique una dependencia crítica del sitio.

Por su parte, el análisis de abundancia muestra que la mayoría de las especies se clasifican como comunes, con 25 aves, 9 mamíferos y 10 reptiles, seguidas por especies abundantes, especialmente en aves (12), lo que sugiere poblaciones estables y bien distribuidas. Las categorías de poco común y ocasional están representadas por un número menor de especies en todos los grupos, sin concentraciones atípicas que indiquen desequilibrios ecológicos. En conjunto, ambos gráficos confirman que el Sistema Ambiental mantiene poblaciones faunísticas funcionales, con alta residencia, abundancia predominantemente común y sin señales de rareza crítica o dependencia estacional marcada, por lo que la ejecución del proyecto no comprometerá la estructura ni la dinámica de la fauna local.

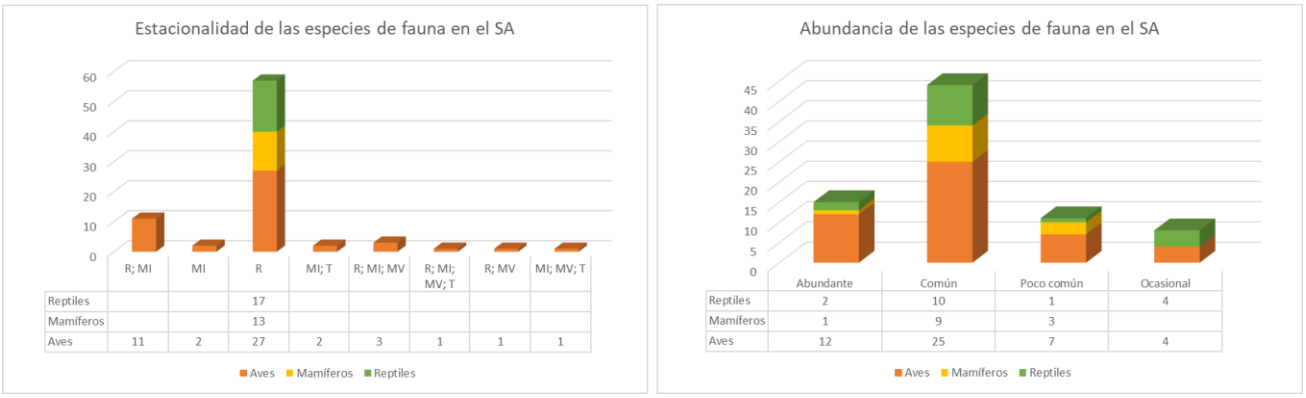


Figura 79. Estacionalidad y abundancia de las especies de fauna en el SA.

Sociabilidad e importancia ecológica de las especies de fauna

La sociabilidad y la importancia ecológica de las especies de fauna registradas en el Sistema Ambiental (SA) reflejan un conjunto faunístico funcional y equilibrado. En términos de sociabilidad, las aves muestran una distribución prácticamente equilibrada entre especies solitarias (23) y gregarias (25), lo que indica flexibilidad conductual y una adecuada disponibilidad de recursos. Los mamíferos presentan un mayor número de especies gregarias (9) respecto a las solitarias (4), patrón típico de especies con requerimientos espaciales amplios y estrategias sociales para la obtención de alimento y protección. En contraste, los reptiles se caracterizan predominantemente por hábitos solitarios (15), con una presencia mínima de especies gregarias (2), condición congruente con su ecología y comportamiento territorial.

Por su parte, el análisis de la importancia ecológica evidencia que la mayoría de las especies de fauna participan activamente en la cadena trófica, destacando las aves (26 especies), seguidas por reptiles (10) y mamíferos (7), lo que resalta su papel en la transferencia de energía y el control natural de poblaciones. Adicionalmente, se identifican aportaciones relevantes en procesos de dispersión de semillas, principalmente por aves (7) y mamíferos (4), así como en control de plagas y dispersión secundaria de semillas, funciones que fortalecen la regeneración vegetal y la estabilidad del ecosistema. La presencia, aunque limitada, de especies asociadas a polinización confirma la diversidad funcional del conjunto faunístico. En conjunto, estos resultados demuestran que el Sistema Ambiental mantiene una fauna con roles ecológicos complementarios y bien representados, por lo que la ejecución del proyecto no comprometerá la funcionalidad ecológica ni los servicios ambientales asociados.

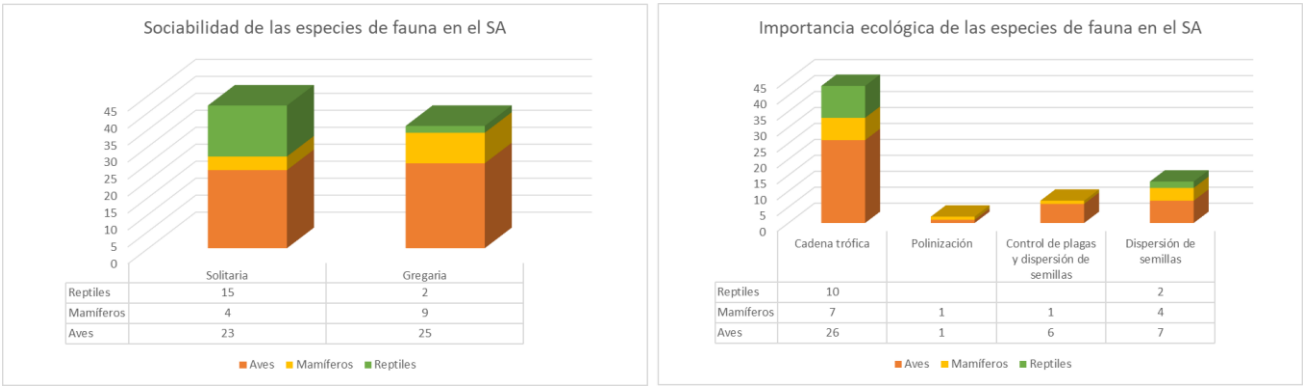


Figura 80. Sociabilidad e importancia ecológica de las especies de fauna en el SA.

Distribución vertical y desplazamiento de las especies de fauna

La distribución vertical y el desplazamiento de las especies de fauna registradas en el Sistema Ambiental (SA) evidencian un aprovechamiento integral del espacio y una alta funcionalidad ecológica del conjunto faunístico. En cuanto a la distribución vertical, las aves se concentran predominantemente en el estrato volador, con 48 especies, lo que es congruente con su ecología y con la presencia de hábitats abiertos y arbolados que facilitan el vuelo, la alimentación y la dispersión. Los mamíferos presentan una mayor afinidad por el suelo (10 especies), con una representación menor de especies arborícolas (1) y voladoras (2), patrón típico de faunas terrestres adaptadas a ambientes con cobertura vegetal continua. Por su parte, los reptiles se distribuyen entre el suelo (9 especies) y el estrato arborícola (8), lo que indica una diversidad de microhábitats disponibles y condiciones favorables para termorregulación y refugio.

Respecto al desplazamiento, las aves se caracterizan por un movimiento predominantemente rápido (48 especies), asociado a su capacidad de vuelo y amplios rangos de movilidad, mientras que los mamíferos y reptiles se concentran mayoritariamente en la categoría de desplazamiento lento, con 10 y 17 especies respectivamente, reflejando estrategias de movilidad más restringidas y dependientes de la continuidad del hábitat. En conjunto, estos patrones confirman que el Sistema Ambiental mantiene una estructura espacial y funcional adecuada para la fauna, sin evidencias de limitaciones en el uso del hábitat o en la movilidad de las especies, por lo que la ejecución del proyecto, bajo medidas de manejo ambiental, no comprometerá la dinámica ecológica ni la conectividad funcional del área.

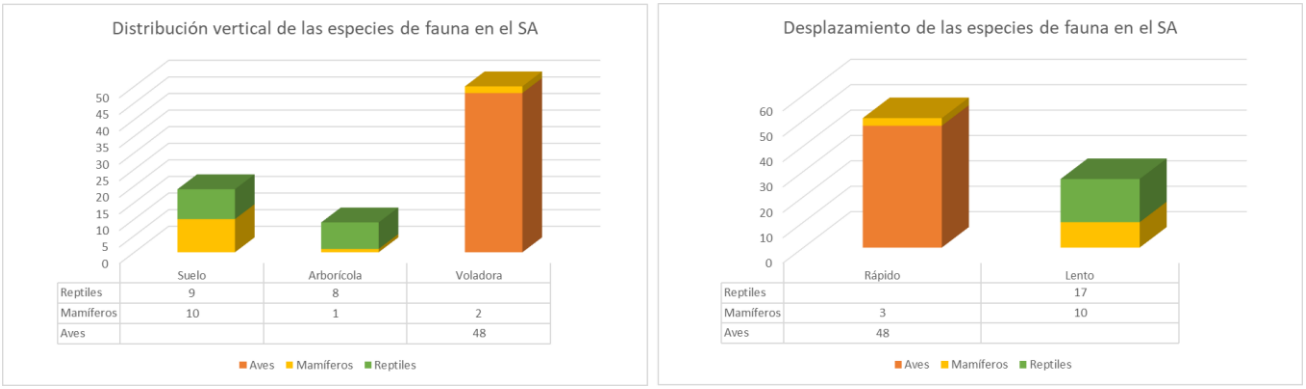


Figura 81. Distribución vertical y desplazamiento de las especies de fauna en el SA.

IV.2.1.2.2.2.3 Caracterización de la fauna del Área del Proyecto (AP)

A continuación, se presenta el listado faunístico de las especies por clase identificadas en el AP.

Tabla 87. Listado de especies de fauna registradas en el muestreo para el AP.

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
1	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	-	Nativa
2	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	Nativa
3	Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	Nativa
4	Aves	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Gavilan cola corta		Nativa
5	Aves	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	-	Nativa

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
6	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-	Nativa
7	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	Nativa
8	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	-	Nativa
9	Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	Nativa
10	Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	Endémica
11	Aves	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	Nativa
12	Aves	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	Nativa
13	Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	Nativa
14	Aves	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	Nativa
15	Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado	-	Nativa
16	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	Nativa
17	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	Nativa
18	Aves	Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	Nativa
19	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	-	Nativa
20	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-	Nativa
21	Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-	Nativa
22	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	Nativa
23	Aves	Sternidae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	Nativa
24	Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Tortola turca	-	Exótica-Invasora
25	Aves	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-	Nativa
26	Aves	Sternidae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr	Nativa
27	Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	Endémica
28	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	Nativa
29	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	Nativa
30	Mamíferos	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-	Nativa
31	Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	Nativa
32	Mamíferos	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	-	Endémica
33	Mamíferos	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	-	Endémica
34	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	Nativa
35	Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	-	Endémica
36	Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	-	Endémica
37	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	-	Nativa
38	Reptiles	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	Exótica-Invasora
39	Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	Endémica
40	Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	Exótica-Invasora
41	Reptiles	Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	-	Nativa
42	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	-	Nativa
43	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	-	Endémica
44	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	-	Endémica
45	Reptiles	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	-	Endémica

Dominancia de especies nativas, endémicas y exóticas

La distribución ecológica de las especies de fauna registradas en el Área del Proyecto (AP) muestra un conjunto dominado por especies nativas y endémicas, con presencia limitada de especies exóticas-invasoras. En el grupo de aves se registran 26 especies nativas y 2 endémicas, así como únicamente 1 especie exótica-invasora, lo que indica que, a pesar del grado de intervención del área, se mantiene una composición faunística mayoritariamente propia de la región. Los mamíferos presentan un total de 6 especies, distribuidas equitativamente entre nativas (3) y endémicas (3), sin registros de especies exóticas o invasoras, lo que sugiere una baja presión biológica

externa sobre este grupo. En cuanto a los reptiles, se identifican 3 especies nativas y 5 endémicas, con 2 especies exóticas-invasoras, reflejando una mayor sensibilidad de este grupo a la modificación del hábitat, aunque sin que ello represente un proceso de invasión generalizado. En conjunto, la limitada presencia de especies exóticas-invasoras y el predominio de fauna nativa y endémica permiten concluir que el Área del Proyecto conserva una estructura ecológica funcional y que la ejecución del proyecto, con la aplicación de medidas de manejo ambiental, no comprometerá de manera significativa la biodiversidad faunística local.

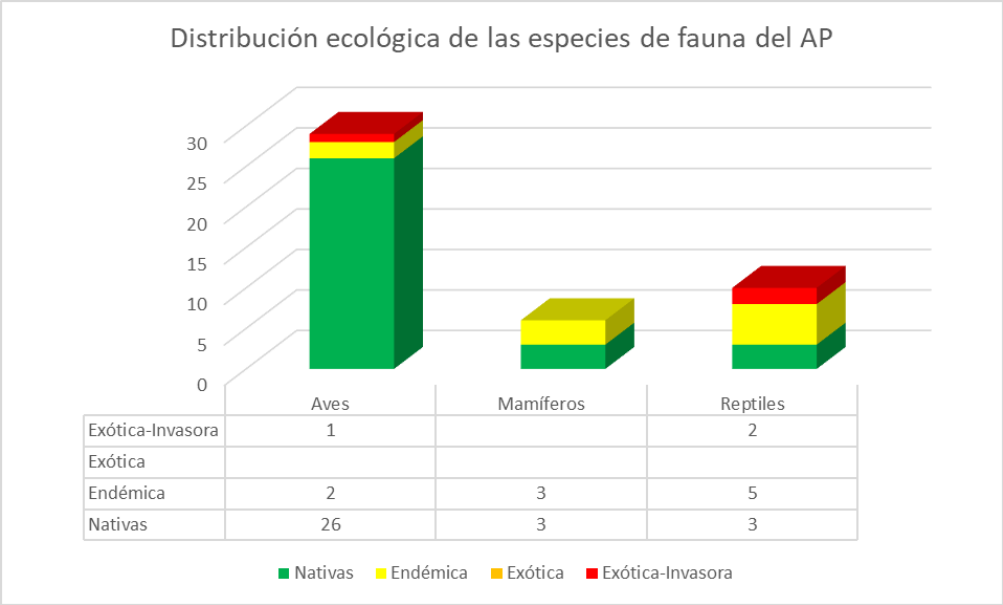


Figura 82. Distribución de especies de fauna nativas, endémicas y exóticas para el AP.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su actual ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)

De acuerdo con los resultados del muestreo en el AP, **se identificaron 3 (tres) especies** bajo algún estatus, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019)**.

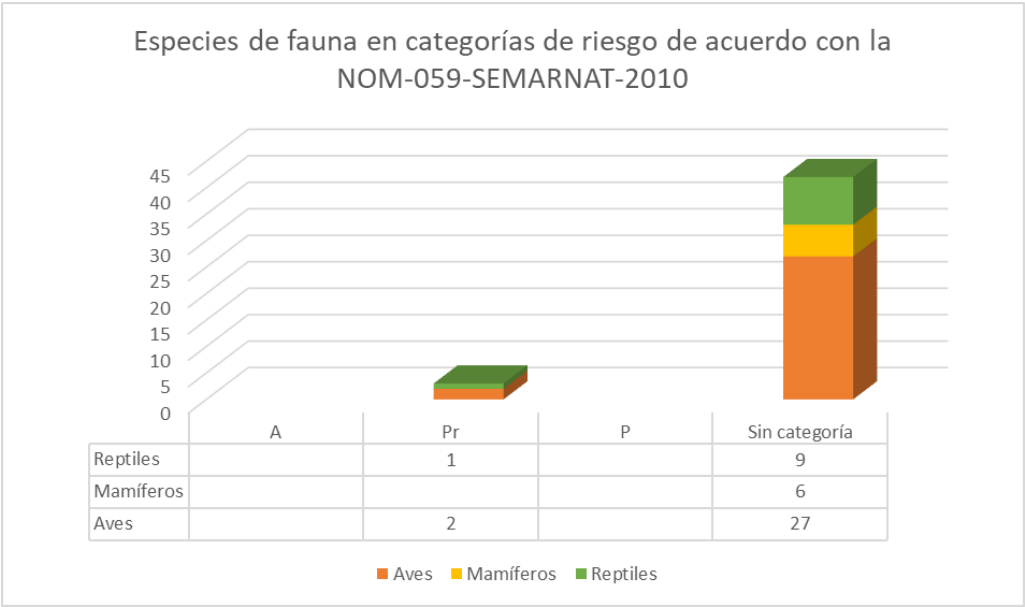
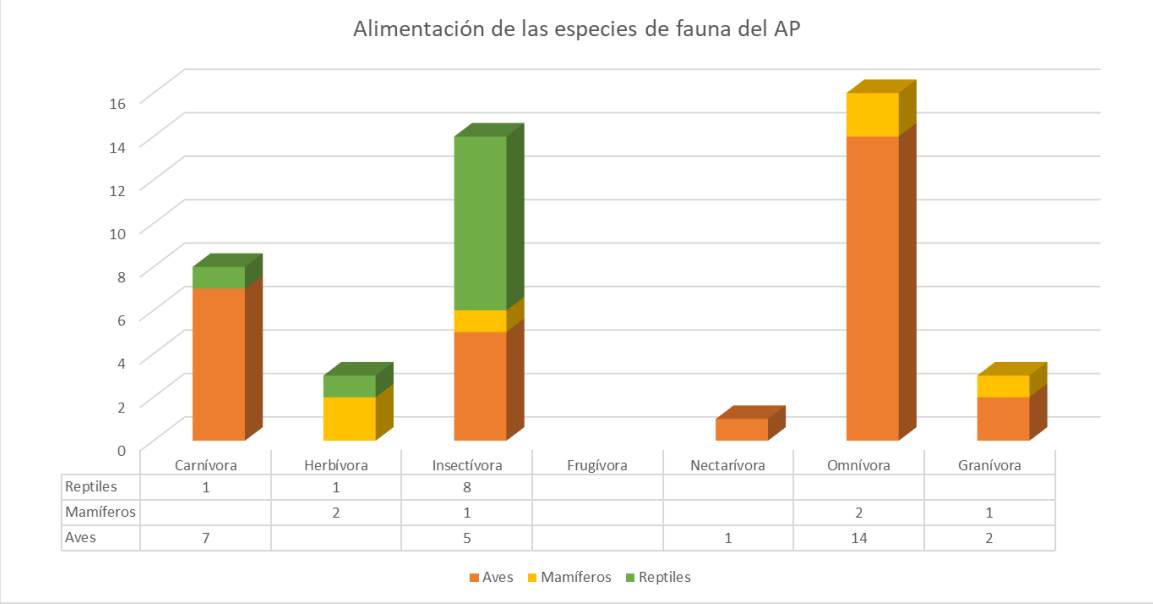


Figura 83. Número de especies por clase faunística en categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el AP.

Alimentación de las especies de fauna

La alimentación de las especies de fauna registradas en el Área del Proyecto (AP) evidencia un conjunto trófico diverso. Predominan las especies omnívoras, principalmente aves (14 especies) y mamíferos (2), lo que refleja una alta capacidad de adaptación a condiciones de mayor intervención y disponibilidad variable de recursos. Las especies insectívoras también están bien representadas, con 5 aves, 1 mamífero y 8 reptiles, destacando el papel de este gremio en el control natural de insectos dentro del AP.

Las especies carnívoras se encuentran representadas por 7 aves y 1 reptil, mientras que los herbívoros corresponden principalmente a mamíferos (2 especies) y reptiles (1), evidenciando la persistencia de niveles tróficos básicos. Las categorías nectarívora (1 ave) y granívora (2 aves y 1 mamífero) presentan una representación menor, pero mantienen funciones ecológicas relevantes como la polinización y la dispersión de semillas. En conjunto, la variedad de estrategias alimenticias observadas en el Área del Proyecto indica que, aun con una menor diversidad específica, se conserva una estructura trófica funcional, por lo que la ejecución del proyecto, bajo medidas de manejo ambiental, no comprometerá de manera significativa las cadenas alimenticias locales.



	Carnívora	Herbívora	Insectívora	Frugívora	Nectarívora	Omnívora	Granívora
Reptiles	1	1	8				
Mamíferos		2	1			2	1
Aves	7		5		1	14	2

Figura 84. Actividad cinegética de las especies de fauna en el AP.

Actividad cinegética de las especies de fauna

La actividad cinegética de las especies de fauna registradas en el Área del Proyecto (AP) muestra un claro predominio de especies no cinegéticas, lo que indica una baja relevancia del sitio en términos de aprovechamiento por caza. En el grupo de aves, de un total de 29 especies registradas, 25 corresponden a especies no cinegéticas y únicamente 4 presentan algún interés cinegético, lo que refleja que la mayoría de este grupo cumple funciones ecológicas y no está sujeta a presión extractiva. En el caso de los mamíferos, se registran 3 especies cinegéticas y 3 no cinegéticas, evidenciando una representación equilibrada, aunque con un número reducido de especies potencialmente aprovechables. Por su parte, los reptiles están conformados exclusivamente por especies no cinegéticas (10), descartando la existencia de presión por caza sobre este grupo.

En conjunto, estos resultados indican que el Área del Proyecto no alberga una fauna de alto valor cinegético, por lo que la ejecución del proyecto no generará impactos significativos asociados a la pérdida de especies aprovechables, manteniéndose la integridad de las poblaciones faunísticas bajo un adecuado esquema de manejo ambiental.

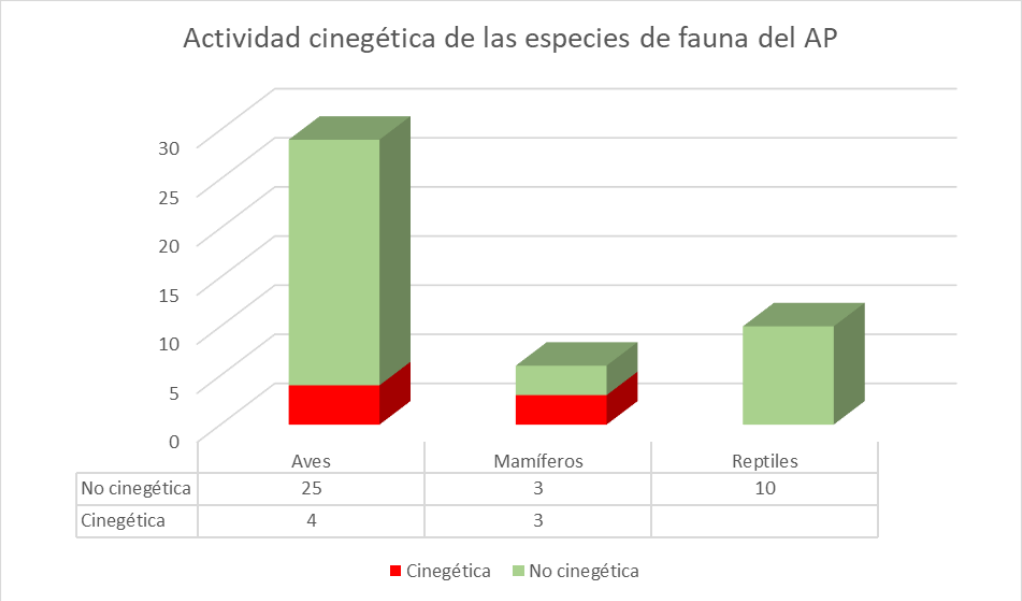


Figura 85. Actividad cinegética de las especies de fauna en el AP.

Abundancia y estacionalidad de las especies de fauna

La estacionalidad y abundancia de las especies de fauna registradas en el Área del Proyecto (AP) indican la presencia de comunidades faunísticas estables, aunque con una riqueza menor respecto al Sistema Ambiental, acorde con el grado de intervención del sitio. En términos de estacionalidad, predomina la categoría de especies residentes (R), con 21 especies de aves, 6 de mamíferos y 10 de reptiles, lo que evidencia que el AP ofrece condiciones suficientes para el establecimiento permanente de la fauna. La presencia de especies residentes–migratorias (R; MI) y de combinaciones asociadas a migración invernal, de verano y de tránsito es baja y se restringe principalmente a aves, lo que sugiere que el área funciona como hábitat complementario dentro de rutas migratorias, sin representar un sitio crítico de dependencia estacional.

En cuanto a la abundancia, la mayoría de las especies se clasifican como comunes, destacando 14 aves, 4 mamíferos y 7 reptiles, seguidas por especies abundantes, principalmente aves (11) y reptiles (2). Las categorías de poco común y ocasional presentan una representación reducida en todos los grupos, con únicamente 1 ave ocasional, lo que indica la ausencia de especies raras o con presencia esporádica significativa. En conjunto, estos patrones reflejan que el Área del Proyecto mantiene poblaciones faunísticas funcionales y relativamente estables, por lo que la ejecución del proyecto, bajo la aplicación de medidas de manejo ambiental, no comprometerá de manera significativa la estructura ni la dinámica de la fauna local.

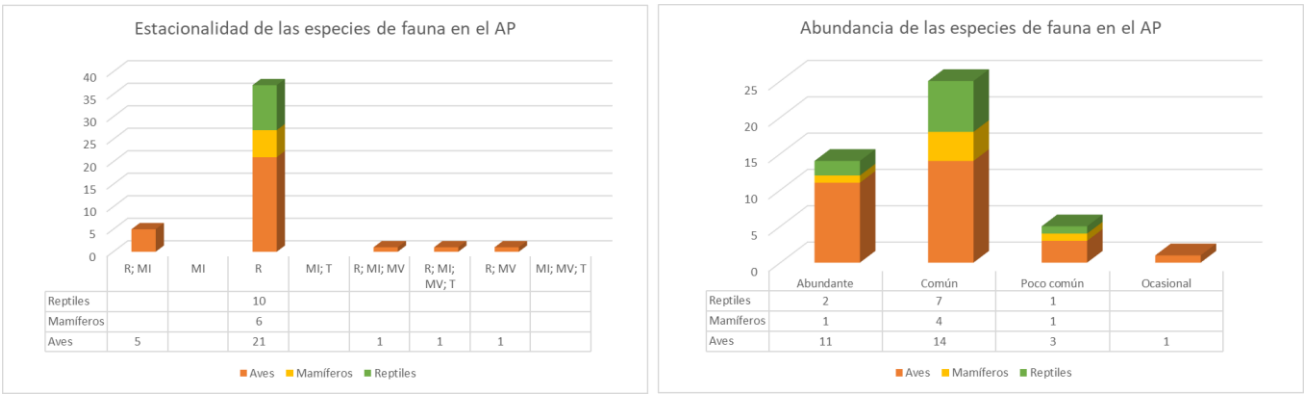


Figura 86. Estacionalidad y abundancia de las especies de fauna en el AP.

Sociabilidad e importancia ecológica de las especies de fauna

La sociabilidad y la importancia ecológica de las especies de fauna registradas en el Área del Proyecto (AP) evidencian un conjunto faunístico funcional, acorde con un ambiente con cierto grado de intervención. En cuanto a la sociabilidad, las aves presentan una ligera predominancia de especies gregarias (16) sobre las solitarias (13), lo que refleja estrategias adaptativas eficientes para la búsqueda de alimento y uso del hábitat en espacios modificados. Los mamíferos muestran una distribución equilibrada entre especies solitarias (3) y gregarias (3), mientras que los reptiles se caracterizan mayoritariamente por hábitos solitarios (8), con una presencia reducida de especies gregarias (2), patrón consistente con su comportamiento ecológico natural.

Respecto a la importancia ecológica, la mayoría de las especies registradas participan activamente en la cadena trófica, destacando las aves (9), seguidas por reptiles (4) y mamíferos (3), lo que subraya su papel en la transferencia de energía y regulación de poblaciones. Asimismo, se identifican especies con funciones relevantes en el control de plagas y dispersión de semillas, principalmente en aves (6) y mamíferos (1), así como en la dispersión de semillas, con una participación destacada de aves (5). La polinización se encuentra representada de forma puntual por una especie de ave, lo que confirma la presencia de servicios ecosistémicos clave, aunque en menor proporción que en el Sistema Ambiental. En conjunto, estos resultados indican que el Área del Proyecto mantiene una fauna con roles ecológicos complementarios y suficientes para sostener la funcionalidad del ecosistema, por lo que la ejecución del proyecto, bajo medidas de manejo ambiental, no comprometerá de manera significativa los servicios ambientales asociados.

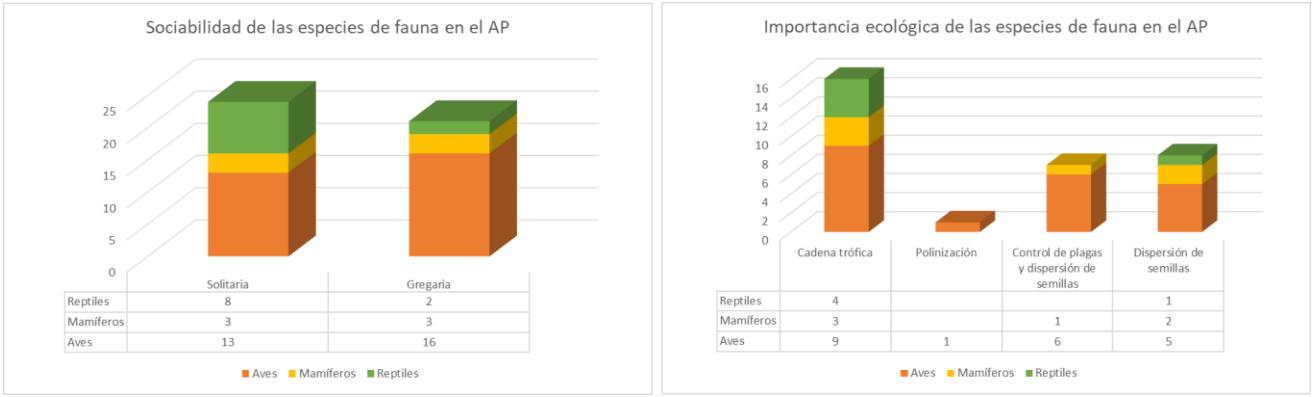


Figura 87. Sociabilidad e importancia ecológica de las especies de fauna en el AP.

Distribución vertical y desplazamiento de las especies de fauna

La distribución vertical y el desplazamiento de las especies de fauna registradas en el Área del Proyecto (AP) reflejan un uso del hábitat acorde con las características estructurales del sitio y una adecuada capacidad de movilidad de la fauna. En cuanto a la distribución vertical, las aves se concentran de manera predominante en el estrato volador, con 29 especies, lo que corresponde a su ecología y a la presencia de espacios abiertos y vegetación que permiten el vuelo, la alimentación y el desplazamiento. Los mamíferos se asocian principalmente al suelo (5 especies), con una representación mínima de especies arborícolas (1), mientras que los reptiles se distribuyen entre el suelo (4 especies) y el estrato arborícola (6), lo que indica la disponibilidad de microhábitats adecuados aun en un entorno intervenido.

Respecto al desplazamiento, las aves presentan un movimiento predominantemente rápido (29 especies), asociado a su capacidad de vuelo y a rangos amplios de movilidad, mientras que los mamíferos y reptiles se caracterizan mayoritariamente por un desplazamiento lento, con 6 y 10 especies respectivamente, reflejando estrategias de movilidad más restringidas y dependientes de la continuidad del hábitat. En conjunto, estos patrones confirman que el Área del Proyecto mantiene condiciones suficientes para el uso del espacio y la movilidad de la fauna, por lo que la ejecución del proyecto, bajo la aplicación de medidas de manejo ambiental, no comprometerá de manera significativa la dinámica ecológica ni la conectividad funcional local.

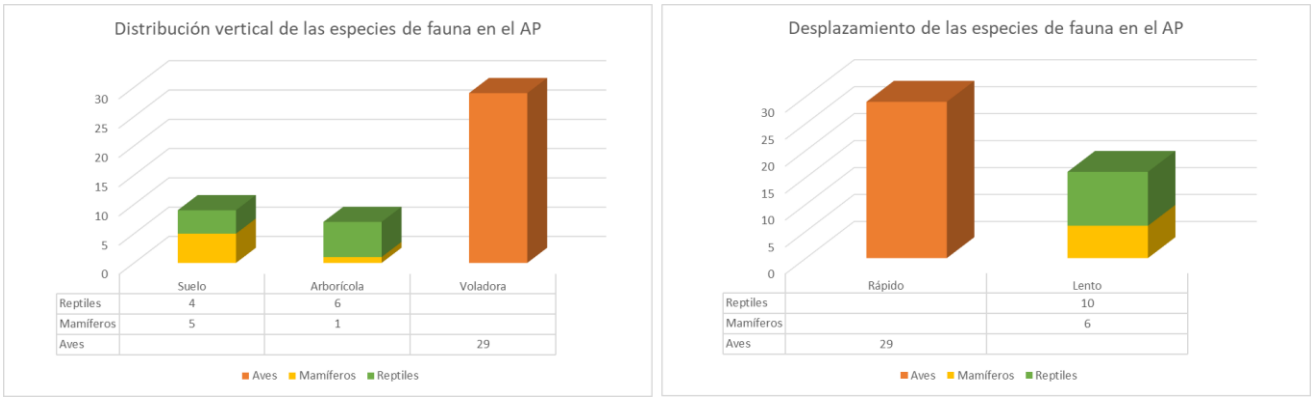


Figura 88. Distribución vertical y desplazamiento de las especies de fauna en el AP.

IV.2.1.2.2.2.4 Evidencia fotográfica



Anolis nebulosus



Amazilia rutila



Coragyps atratus



Ctenosaura pectinata



Nasua narica



Didelphis virginiana



Buteo jamaicensis



Oxybelis microphthalmus

Figura 89. Evidencia de especies registradas durante el muestreo de fauna in-situ.

IV.2.1.2.2.3 Análisis de la diversidad de la fauna

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
Atotal = Número Total de individuos de todas las especies

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). Los índices de diversidad más utilizados son **(1) riqueza de especies, (2) el índice de Simpson (DSi), (3) el índice de Shannon-Wiener (H'), y el Índice de Equidad para Shannon-Wiener (Pielou) (J).**

La **riqueza de especies (S)** es el número total de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada, se usa como un criterio para determinar los valores relativos de conservación de hábitats. Sin embargo la riqueza de especies tiene un valor limitado porque no tiene en consideración otras información para lo cual se complementará el análisis con el uso de los siguientes índices de biodiversidad.

El **índice de dominancia de Simpson (λ)** manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Su escala va de 0 a 1, donde valores cercanos a cero indican ausencia de dominancia por una o un grupo de especies, en cambio los valores cercanos a uno indican alta dominancia en la comunidad por una o un grupo de especies. Mediante este índice es posible inferir si una comunidad soporta más disturbio (valores cercanos a uno) o menor disturbio (valores cercanos a cero). La fórmula para calcular el índice es:

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} (Pi)^2$$

El **Índice de Berger-Parker** nos expresa la proporción que representa la especie más dominante, en relación con el resto de las especies, este índice adolece de un bajo poder discriminante, es poco sensible al tamaño muestral y cuanto más alto es su valor, menor equitatividad presentará la muestra analizada, (Magurran, 1988).

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

d = Índice de Berger-Parker
N_{max} = Número de individuos de la especie más dominante.
N = Número de individuos de toda la muestra.

El **Índice de Shannon-Wiener (H')** (Shannon y Weaver, 1949), 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.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi \times \log_{nat} Pi)$$

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.

$$H'_{máx} = -S\left(\frac{1}{S} \times \log_{nat}\frac{1}{S}\right) = \log_{nat} S$$

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.

En cuanto al **Índice de Equidad para Shannon-Wiener (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:

$$J = \left(\frac{-\sum_{i=1}^{S}(Pi \times \log_{nat} Pi)}{\log_{nat} S}\right)$$

La interpretación de los índices estimados se realiza con base a los siguientes rangos:

Tabla No. IV.2. Rango de clasificacion de los indicadores de biodiversidad (Magurran, 1988, 2004; Moreno, 2001; Krebs, 1999; Moreno & Halffter, 2001; Zúñiga et al., 2009, 2011)[86].

Índice	Fórmula	Rango de valores	Clasificación ecológica
Simpson (1 - D)	$= 1 - \sum_{i=1}^{S}(Pi)^2$	0 – 1	0.00–0.20 → Muy baja 0.21–0.50 → Baja 0.51–0.80 → Media 0.81–1.00 → Alta
Índice de Berger-Parker	$d = \frac{N_{máx}}{N_{total}}$	0 – 1	<0.40 → Alta 0.40–0.60 → Media

[86]Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing; Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–SEA; Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. Benjamin Cummings; Zúñiga, M. del C., et al. (2009). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en la cuenca del río Cauca (Colombia). Revista de Biología Tropical, 57(3), 1139–1152; Magurran, A. E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton Univ. Press; Moreno, C. E., & Halffter, G. (2001). Spatial and temporal analysis of alpha, beta and gamma diversities of bats in a fragmented landscape. Revista Mexicana de Biodiversidad, 72, 179–196; y Zúñiga, M. del C., et al. (2011). Diversidad y equidad de macroinvertebrados acuáticos en ecosistemas lóticos andinos. Caldasia, 33(1), 79–96.

Índice	Fórmula	Rango de valores	Clasificación ecológica
			>0.60 → Baja
Shannon-Wiener (H')	$H' = -\sum_{i=1}^{S}(Pi \times \log_{nat} Pi)$	0 – 5	<1 → Muy baja 1–2 → Baja 2–3 → Media 3–4 → Alta >4 → Muy alta
Pielou (J')	$J = \left(\frac{-\sum_{i=1}^{S}(Pi \times \log_{nat} Pi)}{\log_{nat} S}\right)$	0 – 1	0.00–0.25 → Muy baja 0.26–0.69 → Baja 0.70–0.89 → Media 0.90–1.00 → Alta

* Los rangos de clasificación ecológica empleados son de carácter operativo y se utilizan con fines comparativos.

IV.2.1.2.2.3.1 Abundancia y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la fauna en el Sistema Ambiental (SA)

Aves

La comunidad de aves registrada presenta una abundancia total de **318 individuos**, distribuidos en **48 especies**, lo que evidencia una alta riqueza específica y una estructura de abundancia relativamente heterogénea. *Molothrus ater* es la especie numéricamente dominante, con 33 individuos, que representan el 10.38% de la abundancia relativa, constituyéndose como el principal componente del grupo. En un segundo nivel se ubican *Hirundo rustica* con 16 individuos (5.03%), *Cathartes aura* con 15 individuos (4.72%), así como *Leptotila verreauxi* y *Zenaida asiatica*, ambas con 13 individuos y una abundancia relativa de 4.09%, lo que indica su importancia dentro de la comunidad.

Un grupo intermedio está conformado por especies con abundancias entre 7 y 9 individuos, como *Cassiculus melanicterus*, *Columbina inca*, *Coragyps atratus*, *Cyanocorax formosus*, *Peucaea ruficauda*, *Streptopelia decaocto* y *Tachycineta albilinea*, cada una con 9 individuos (2.83%), así como *Ardea alba* y *Myiarchus tyrannulus* con 8 individuos (2.52%), y *Crotophaga sulcirostris*, *Icterus cucullatus* y *Pelecanus occidentalis* con 7 individuos (2.20%). Estas especies aportan de manera significativa a la estructura del grupo, aunque sin ejercer una dominancia marcada.

La mayoría de las especies presenta abundancias bajas, generalmente entre 3 y 6 individuos, con valores de abundancia relativa iguales o inferiores al 1.89%, como *Accipiter striatus*, *Amazilia rutila*, *Buteo brachyurus*, *Butorides virescens*, *Icterus pustulatus*, *Polioptila caerulea* y diversas especies de rapaces, limícolas y paseriformes. Las menores abundancias corresponden a varias especies con 3 individuos (0.94%), entre ellas *Ardea herodias*, *Calidris alba*, *Calidris mauri*, *Chordeiles acutipennis*, *Dendrocygna autumnalis* y *Trogon citreolus*, lo que indica una presencia escasa pero constante dentro del área de estudio.

Tabla 88. Abundancia y biodiversidad de las aves en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Accipiter striatus*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
2	*Actitis macularius*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
3	*Amazilia rutila*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
4	*Aramus guarauna*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
5	*Ardea alba*	8	2.52%	-3.683	-0.093	0.000633	0.025
6	*Ardea herodias*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
7	*Buteo brachyurus*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
8	*Buteo jamaicensis*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
9	*Butorides virescens*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
10	*Calidris alba*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
11	*Calidris mauri*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
12	*Cassiculus melanicterus*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
13	*Cathartes aura*	15	4.72%	-3.054	-0.144	0.002225	0.047
14	*Chlidonias niger*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
15	*Chordeiles acutipennis*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
16	*Circus hudsonius*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
17	*Cochlearius cochlearius*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
18	*Columbina inca*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
19	*Coragyps atratus*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
20	*Crotophaga sulcirostris*	7	2.20%	-3.816	-0.084	0.000485	0.022
21	*Cyanocorax formosus*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
22	*Cyanocorax sanblasianus*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
23	*Dendrocygna autumnalis*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
24	*Glaucidium palmarum*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
25	*Himantopus mexicanus*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
26	*Hirundo rustica*	16	5.03%	-2.989	-0.150	0.002532	0.050
27	*Icterus cucullatus*	7	2.20%	-3.816	-0.084	0.000485	0.022
28	*Icterus pustulatus*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
29	*Leptotila verreauxi*	13	4.09%	-3.197	-0.131	0.001671	0.041
30	*Molothrus ater*	33	10.38%	-2.266	-0.235	0.010769	0.104
31	*Myiarchus tyrannulus*	8	2.52%	-3.683	-0.093	0.000633	0.025
32	*Myiozetetes similis*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
33	*Pelecanus occidentalis*	7	2.20%	-3.816	-0.084	0.000485	0.022
34	*Peucaea ruficauda*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
35	*Piaya cayana*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
36	*Pitangus sulphuratus*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
37	*Polioptila caerulea*	6	1.89%	-3.970	-0.075	0.000356	0.019
38	*Quiscalus mexicanus*	6	1.89%	-3.970	-0.075	0.000356	0.019
39	*Sporophila torqueola*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
40	*Sternula antillarum*	4	1.26%	-4.376	-0.055	0.000158	0.013
41	*Streptopelia decaocto*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
42	*Tachycineta albilinea*	9	2.83%	-3.565	-0.101	0.000801	0.028
43	*Thalasseus elegans*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
44	*Trogon citreolus*	3	0.94%	-4.663	-0.044	0.000089	0.009
45	*Tyrannus crassirostris*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
46	*Tyrannus melancholicus*	6	1.89%	-3.970	-0.075	0.000356	0.019
47	*Tyrannus verticalis*	5	1.57%	-4.153	-0.065	0.000247	0.016
48	*Zenaida asiatica*	13	4.09%	-3.197	-0.131	0.001671	0.041
Total		**318**	**100.00%**	**-193.994**	**-3.672**	**0.032712**	**1.00**
Riqueza de especies (S)							**48**
Índice de Simpson (λ)							**0.967**
Índice de Berger-Parker							**0.104**
Índice de Shannon-Wiener (H')							**3.672**
H´max							**3.871**

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
Índice de equidad (J)							**0.949**

De acuerdo con los rangos de clasificación empleados, el índice de Simpson (λ = 0.967) se ubica en la categoría de diversidad alta, lo que indica una muy baja dominancia y una elevada heterogeneidad del grupo. Este resultado es consistente con el índice de Berger–Parker (0.104), clasificado igualmente como alta diversidad, ya que la especie más abundante, *Molothrus ater*, concentra solo 10.38% del total de individuos, seguida por *Hirundo rustica* (5.03%), *Cathartes aura* (4.72%) y *Leptotila verreauxi* y *Zenaida asiatica* (ambas con 4.09%), sin que se observe una dominancia marcada.

El índice de Shannon–Wiener (H' = 3.672) corresponde a una diversidad alta, valor característico de comunidades avifaunísticas bien estructuradas, con una amplia representación de especies y una contribución relativamente homogénea de las abundancias. La cercanía entre el valor observado y la diversidad máxima teórica (H'max = 3.871) se refleja en el índice de equidad de Pielou (J' = 0.949), clasificado como equidad alta, lo que indica que los individuos se distribuyen de manera muy uniforme entre las especies presentes.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad muestran que la comunidad de aves mantiene una estructura equilibrada, altamente diversa y con dominancia mínima, lo que es indicativo de condiciones ambientales favorables, buena disponibilidad de recursos y heterogeneidad de hábitats. Este patrón sugiere un estado de conservación favorable, destacando la relevancia del área como sitio de alimentación, refugio y tránsito para una avifauna diversa, incluyendo especies residentes y de amplia movilidad.

Mamíferos

La comunidad de mamíferos registrada presenta una abundancia total de **54 individuos**, distribuidos en **13 especies**, lo que evidencia una riqueza específica moderada y una estructura de abundancia relativamente equilibrada. *Glossophaga soricina* es la especie más abundante, con 7 individuos, lo que representa el 12.96% de la abundancia relativa, posicionándose como el principal componente numérico del grupo. En un segundo nivel se ubican *Nasua narica*, *Notocitellus annulatus*, *Oryzomys couesi* y *Osgoodomys banderanus*, cada una con 5 individuos y una abundancia relativa de 9.26%, lo que indica una participación importante y homogénea dentro de la comunidad.

Un grupo intermedio está conformado por *Artibeus jamaicensis*, *Dasypus novemcinctus*, *Didelphis virginiana*, *Odocoileus virginianus* y *Sciurus colliaei*, todas con 4 individuos y una abundancia relativa de 7.41%, reflejando una presencia constante en el área de estudio. Por su parte, *Pappogeomys bulleri* registra 3 individuos (5.56%), mientras que *Heteromys pictus* y *Procyon lotor* presentan las menores abundancias, con 2 individuos cada una (3.70%), lo que indica una representación baja pero regular.

Tabla 89. Abundancia y biodiversidad de los mamíferos en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Artibeus jamaicensis*	4	7.41%	-2.603	-0.193	0.005487	0.074
2	*Dasypus novemcinctus*	4	7.41%	-2.603	-0.193	0.005487	0.074
3	*Didelphis virginiana*	4	7.41%	-2.603	-0.193	0.005487	0.074
4	*Glossophaga soricina*	7	12.96%	-2.043	-0.265	0.016804	0.130
5	*Heteromys pictus*	2	3.70%	-3.296	-0.122	0.001372	0.037
6	*Nasua narica*	5	9.26%	-2.380	-0.220	0.008573	0.093

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
7	*Notocitellus annulatus*	5	9.26%	-2.380	-0.220	0.008573	0.093
8	*Odocoileus virginianus*	4	7.41%	-2.603	-0.193	0.005487	0.074
9	*Oryzomys couesi*	5	9.26%	-2.380	-0.220	0.008573	0.093
10	*Osgoodomys banderanus*	5	9.26%	-2.380	-0.220	0.008573	0.093
11	*Pappogeomys bulleri*	3	5.56%	-2.890	-0.161	0.003086	0.056
12	*Procyon lotor*	2	3.70%	-3.296	-0.122	0.001372	0.037
13	*Sciurus colliaei*	4	7.41%	-2.603	-0.193	0.005487	0.074
Total		**54**	**100.00%**	**-34.057**	**-2.515**	**0.084362**	**1.00**
Riqueza de especies (S)							**13**
Índice de Simpson (λ)							**0.916**
Índice de Berger-Parker							**0.130**
Índice de Shannon-Wiener (H')							**2.515**
H´max							**2.565**
Índice de equidad (J)							**0.980**

Conforme a los rangos de clasificación empleados, el índice de Simpson (λ = 0.916) se ubica dentro de la categoría de diversidad alta (0.81–1.00), lo que indica una baja dominancia y una elevada probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas. Este resultado es congruente con el índice de Berger–Parker (0.130), también clasificado como alta diversidad (<0.40), ya que ninguna especie concentra una proporción excesiva del total de individuos; aun cuando *Glossophaga soricina* presenta la mayor abundancia relativa (12.96%), seguida por *Nasua narica, Notocitellus annulatus, Oryzomys couesi* y *Osgoodomys banderanus* (todas con 9.26%).

El índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.515) corresponde a una diversidad media (2–3), lo que sugiere una combinación adecuada de riqueza específica y distribución de abundancias, donde varias especies aportan de manera similar a la estructura de la clase. La cercanía entre el valor observado y la diversidad máxima teórica (H’max = 2.565) se refleja en el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.980), clasificado como equidad alta (0.90–1.00), indicando una distribución muy homogénea de los individuos entre las especies presentes.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad muestran que la comunidad de mamíferos mantiene una estructura equilibrada, con alta equidad y dominancia mínima, rasgos característicos de ambientes con condiciones funcionales adecuadas y disponibilidad de recursos. Este patrón sugiere un estado de conservación favorable, con capacidad para sostener un grupo de mamíferos diverso, funcionalmente complementario y representativo de distintos hábitos ecológicos dentro del sistema.

Reptiles

La comunidad de reptiles registrada presenta una abundancia total de **92 individuos**, distribuidos en **17 especies**, lo que refleja una riqueza específica moderada y una estructura de abundancia claramente jerarquizada. *Sceloporus utiformis* es la especie numéricamente dominante, con 18 individuos, lo que representa el 19.57% de la abundancia relativa, evidenciando su papel preponderante dentro del grupo. En un segundo nivel se encuentran *Aspidoscelis deppii* con 9 individuos (9.78%), así como *Anolis nebulosus*, *Sceloporus melanorhinus* y *Sceloporus pyrocephalus*, cada una con 7 individuos (7.61%), lo que confirma la importancia del género *Sceloporus* en la estructura comunitaria.

Un grupo intermedio está conformado por *Aspidoscelis lineattissimus* e *Iguana iguana*, ambas con 6 individuos (6.52%), seguidas por *Hemidactylus frenatus* con 5 individuos (5.43%). Otras especies como *Ctenosaura pectinata* y *Phyllodactylus lanei* registran 4 individuos cada una (4.35%), mientras que *Basiliscus vittatus*, *Crotalus basiliscus*, *Holcosus undulatus*, *Oxybelis microphthalmus* y *Urosaurus bicarinatus* presentan 3 individuos (3.26%), manteniendo una presencia constante pero secundaria en el conjunto.

Las menores abundancias corresponden a *Boa sigma* y *Rhinoclemmys pulcherrima*, con 2 individuos cada una, equivalentes al 2.17% de la abundancia relativa, lo que indica una representación baja dentro del área de estudio.

Tabla 90. Abundancia y biodiversidad de los reptiles en el SA.

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Anolis nebulosus*	7	7.61%	-2.576	-0.196	0.005789	0.076
2	*Aspidoscelis deppii*	9	9.78%	-2.325	-0.227	0.009570	0.098
3	*Aspidoscelis lineattissimus*	6	6.52%	-2.730	-0.178	0.004253	0.065
4	*Basiliscus vittatus*	3	3.26%	-3.423	-0.112	0.001063	0.033
5	*Boa sigma*	2	2.17%	-3.829	-0.083	0.000473	0.022
6	*Crotalus basiliscus*	3	3.26%	-3.423	-0.112	0.001063	0.033
7	*Ctenosaura pectinata*	4	4.35%	-3.135	-0.136	0.001890	0.043
8	*Hemidactylus frenatus*	5	5.43%	-2.912	-0.158	0.002954	0.054
9	*Holcosus undulatus*	3	3.26%	-3.423	-0.112	0.001063	0.033
10	*Iguana iguana*	6	6.52%	-2.730	-0.178	0.004253	0.065
11	*Oxybelis microphthalmus*	3	3.26%	-3.423	-0.112	0.001063	0.033
12	*Phyllodactylus lanei*	4	4.35%	-3.135	-0.136	0.001890	0.043
13	*Rhinoclemmys pulcherrima*	2	2.17%	-3.829	-0.083	0.000473	0.022
14	*Sceloporus melanorhinus*	7	7.61%	-2.576	-0.196	0.005789	0.076
15	*Sceloporus pyrocephalus*	7	7.61%	-2.576	-0.196	0.005789	0.076
16	*Sceloporus utiformis*	18	19.57%	-1.631	-0.319	0.038280	0.196
17	*Urosaurus bicarinatus*	3	3.26%	-3.423	-0.112	0.001063	0.033
Total		**92**	**100.00%**	**-51.100**	**-2.646**	**0.086720**	**1.00**
Riqueza de especies (S)							**17**
Índice de Simpson (λ)							**0.913**
Índice de Berger-Parker							**0.196**
Índice de Shannon-Wiener (H')							**2.646**
H´max							**2.833**
Índice de equidad (J)							**0.934**

De acuerdo con los rangos de clasificación empleados, el índice de Simpson (λ = 0.913) se ubica dentro de la categoría de diversidad alta (0.81–1.00), indicando una baja dominancia general y una alta probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar correspondan a especies diferentes. Este patrón se ve reforzado por el índice de Berger–Parker (0.196), clasificado también como diversidad alta (<0.40), lo que confirma que ninguna especie monopoliza de forma marcada la comunidad, aun cuando *Sceloporus utiformis* presenta la mayor abundancia relativa (19.57%), seguida por *Aspidoscelis deppii* (9.78%) y *Anolis nebulosus, Sceloporus melanorhinus* y *S. pyrocephalus* (cada una con 7.61%).

El índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.646) corresponde a una diversidad media (2–3), lo que refleja un equilibrio adecuado entre el número de especies y la distribución de los individuos, con una contribución relativamente homogénea de varias especies al grupo. Esta condición se confirma al comparar el valor observado con la diversidad máxima teórica (H’max = 2.833), resultando en un índice de equidad de Pielou (J’ = 0.934), clasificado

como equidad alta (0.90–1.00). Este valor indica que los individuos se encuentran uniformemente repartidos entre las especies, con escasa concentración poblacional extrema.

En conjunto, los resultados muestran que el grupo de reptiles presenta una estructura comunitaria estable, con alta equidad y dominancia limitada, características propias de ambientes con heterogeneidad de microhábitats y condiciones favorables para especies con distintos requerimientos ecológicos. Este patrón sugiere un estado de conservación funcionalmente adecuado, capaz de sostener una comunidad de reptiles diversa y bien balanceada.

IV.2.1.2.2.3.2 Abundancia y análisis de las diferentes métricas de diversidad de la fauna en el Área del Proyecto (AP)

Aves

La comunidad de aves registrada en el sitio del proyecto presenta una abundancia total de **202 individuos**, distribuidos en **29 especies**, lo que indica una riqueza específica moderada y una estructura de abundancia relativamente heterogénea. *Streptopelia decaocto* es la especie más abundante, con 18 individuos, concentrando el 8.91% de la abundancia relativa, lo que la posiciona como el principal componente numérico del grupo. En un segundo nivel se encuentran *Columbina inca* con 14 individuos (6.93%), así como *Hirundo rustica*, *Tachycineta albilinea* y *Zenaida asiatica*, cada una con 13 individuos y una abundancia relativa de 6.44%, evidenciando su importancia dentro de la comunidad.

Un grupo intermedio está conformado por *Cathartes aura* (12 ind; 5.94%), *Coragyps atratus* y *Quiscalus mexicanus* (ambas con 10 individuos; 4.95%), así como *Myiarchus tyrannulus* (9 ind; 4.46%) y *Cassiculus melanicterus* (8 ind; 3.96%). Estas especies aportan de manera significativa a la estructura comunitaria, aunque sin ejercer una dominancia marcada.

La mayoría de las especies presenta abundancias bajas a moderadas, generalmente entre 3 y 7 individuos, con valores de abundancia relativa iguales o inferiores al 3.47%, como *Ardea alba*, *Icterus cucullatus*, *Icterus pustulatus*, *Pitangus sulphuratus* y *Tyrannus melancholicus*. Las menores abundancias corresponden a *Ardea herodias* y *Piaya cayana*, con 2 individuos cada una (0.99%), lo que indica una presencia escasa dentro del área de estudio.

Tabla 91. Abundancia y biodiversidad de las aves en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Amazilia rutila*	5	2.48%	-3.699	-0.092	0.000613	0.025
2	*Ardea alba*	6	2.97%	-3.517	-0.104	0.000882	0.030
3	*Ardea herodias*	2	0.99%	-4.615	-0.046	0.000098	0.010
4	*Buteo brachyurus*	4	1.98%	-3.922	-0.078	0.000392	0.020
5	*Cassiculus melanicterus*	8	3.96%	-3.229	-0.128	0.001568	0.040
6	*Cathartes aura*	12	5.94%	-2.823	-0.168	0.003529	0.059
7	*Columbina inca*	14	6.93%	-2.669	-0.185	0.004803	0.069
8	*Coragyps atratus*	10	4.95%	-3.006	-0.149	0.002451	0.050
9	*Crotophaga sulcirostris*	7	3.47%	-3.362	-0.117	0.001201	0.035
10	*Cyanocorax sanblasianus*	3	1.49%	-4.210	-0.063	0.000221	0.015
11	*Dendrocygna autumnalis*	4	1.98%	-3.922	-0.078	0.000392	0.020

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
12	*Himantopus mexicanus*	4	1.98%	-3.922	-0.078	0.000392	0.020
13	*Hirundo rustica*	13	6.44%	-2.743	-0.177	0.004142	0.064
14	*Icterus cucullatus*	6	2.97%	-3.517	-0.104	0.000882	0.030
15	*Icterus pustulatus*	6	2.97%	-3.517	-0.104	0.000882	0.030
16	*Myiarchus tyrannulus*	9	4.46%	-3.111	-0.139	0.001985	0.045
17	*Myiozetetes similis*	5	2.48%	-3.699	-0.092	0.000613	0.025
18	*Peucaea ruficauda*	3	1.49%	-4.210	-0.063	0.000221	0.015
19	*Piaya cayana*	2	0.99%	-4.615	-0.046	0.000098	0.010
20	*Pitangus sulphuratus*	6	2.97%	-3.517	-0.104	0.000882	0.030
21	*Polioptila caerulea*	3	1.49%	-4.210	-0.063	0.000221	0.015
22	*Quiscalus mexicanus*	10	4.95%	-3.006	-0.149	0.002451	0.050
23	*Sternula antillarum*	3	1.49%	-4.210	-0.063	0.000221	0.015
24	*Streptopelia decaocto*	18	8.91%	-2.418	-0.215	0.007940	0.089
25	*Tachycineta albilinea*	13	6.44%	-2.743	-0.177	0.004142	0.064
26	*Thalasseus elegans*	4	1.98%	-3.922	-0.078	0.000392	0.020
27	*Trogon citreolus*	3	1.49%	-4.210	-0.063	0.000221	0.015
28	*Tyrannus melancholicus*	6	2.97%	-3.517	-0.104	0.000882	0.030
29	*Zenaida asiatica*	13	6.44%	-2.743	-0.177	0.004142	0.064
Total		**202**	**100.00%**	**-102.801**	**-3.198**	**0.046858**	**1.00**
Riqueza de especies (S)							**29**
Índice de Simpson (λ)							**0.953**
Índice de Berger-Parker							**0.089**
Índice de Shannon-Wiener (H')							**3.198**
H´max							**3.367**
Índice de equidad (J)							**0.950**

Conforme a los rangos de clasificación empleados, el índice de Simpson (λ = 0.953) se clasifica como diversidad alta (0.81–1.00), indicando una baja dominancia y una alta probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas. Este resultado es congruente con el índice de Berger–Parker (0.089), también clasificado como alta diversidad (<0.40), lo que evidencia que ninguna especie concentra de forma desproporcionada el total de individuos, aun cuando *Streptopelia decaocto* (8.91%), *Columbina inca* (6.93%), *Hirundo rustica*, *Tachycineta albilinea* y *Zenaida asiatica* (6.44% cada una) presentan las mayores abundancias relativas.

El índice de Shannon–Wiener (H’ = 3.198) corresponde a una diversidad alta (3–4), valor característico de comunidades avifaunísticas con elevada riqueza específica y estructura compleja, donde la mayoría de las especies contribuyen de manera significativa al conjunto. La cercanía entre el valor observado y la diversidad máxima teórica (H’max = 3.367) se refleja en el índice de equidad de Pielou (J’ = 0.950), clasificado como equidad alta (0.90–1.00), lo que indica una distribución muy homogénea de los individuos entre las especies presentes.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad muestran que la comunidad de aves mantiene una estructura equilibrada, altamente diversa y con dominancia mínima, rasgos propios de ambientes con buena calidad de hábitat y disponibilidad de recursos. Este patrón sugiere un estado de conservación favorable, así como la importancia del área como sitio de alimentación, refugio y tránsito para especies residentes y de amplia movilidad.

Mamíferos

La grupo de mamíferos registrada presenta una abundancia total de **25 individuos**, distribuidos en **6 especies**, lo que refleja una riqueza específica baja y una estructura de abundancia claramente concentrada en pocas especies. *Notocitellus annulatus* es la especie numéricamente dominante, con 8 individuos, que representan el 32.00% de la abundancia relativa, evidenciando un marcado predominio dentro de la clase. En un segundo nivel se ubica *Osgoodomys banderanus* con 5 individuos (20.00%), seguida por *Didelphis virginiana*, que aporta 4 individuos (16.00%), consolidándose como una especie de importancia intermedia.

Dasypus novemcinctus y *Procyon lotor* presentan 3 individuos cada una, equivalentes al 12.00% de la abundancia relativa, lo que indica una presencia moderada dentro de la comunidad. En contraste, *Sciurus colliaei* registra la menor abundancia, con 2 individuos (8.00%), reflejando una participación numérica reducida. En conjunto, la distribución de la abundancia muestra una estructura comunitaria desigual, caracterizada por la dominancia de *Notocitellus annulatus* y la concentración de la mayoría de los individuos en un reducido número de especies, patrón típico de comunidades con baja riqueza y limitada equidad en la representación de sus componentes.

Tabla 92. Abundancia y biodiversidad de los mamíferos en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Dasypus novemcinctus*	3	12.00%	-2.120	-0.254	0.014400	0.120
2	*Didelphis virginiana*	4	16.00%	-1.833	-0.293	0.025600	0.160
3	*Notocitellus annulatus*	8	32.00%	-1.139	-0.365	0.102400	0.320
4	*Osgoodomys banderanus*	5	20.00%	-1.609	-0.322	0.040000	0.200
5	*Procyon lotor*	3	12.00%	-2.120	-0.254	0.014400	0.120
6	*Sciurus colliaei*	2	8.00%	-2.526	-0.202	0.006400	0.080
Total		**25**	**100.00%**	**-11.348**	**-1.691**	**0.203200**	**1.00**
Riqueza de especies (S)							**6**
Índice de Simpson (λ)							**0.797**
Índice de Berger-Parker							**0.320**
Índice de Shannon-Wiener (H')							**1.691**
H´max							**1.792**
Índice de equidad (J)							**0.944**

Conforme a los rangos de clasificación establecidos, el índice de Simpson (λ = 0.797) se ubica dentro de la categoría de diversidad media (0.51–0.80), lo que indica una heterogeneidad moderada y una dominancia perceptible, aunque no extrema, dentro del conjunto. Este patrón se confirma con el índice de Berger–Parker (0.320), el cual se clasifica como diversidad alta (<0.40), señalando que, si bien existe una especie dominante, esta no concentra de manera desproporcionada la abundancia total. En este sentido, *Notocitellus annulatus* presenta la mayor representación con 8 individuos (32.0%), seguido por *Osgoodomys banderanus* con 5 individuos (20.0%) y *Didelphis virginiana* con 4 individuos (16.0%); el resto de las especies muestra abundancias menores y comparables entre sí.

Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.691) corresponde a una diversidad baja (1–2), lo que sugiere que la comunidad está conformada por pocas especies y que la contribución relativa no es completamente homogénea. No obstante, al contrastar este valor con la diversidad máxima teórica (H’max = 1.792), se obtiene un índice de equidad de Pielou elevado (J’ = 0.944), clasificado como equidad alta (0.90–1.00), indicando que los individuos están bien distribuidos entre las especies presentes, pese a la baja riqueza.

En conjunto, los indicadores de biodiversidad describen una comunidad con riqueza limitada, diversidad global baja a media y alta equidad, dominada principalmente por *Notocitellus annulatus*, pero sin una concentración extrema de individuos. Este patrón es consistente con grupos de mamíferos en áreas con oferta de hábitat relativamente homogénea o con disponibilidad restringida de recursos, donde pocas especies logran establecer poblaciones viables con tamaños comparables.

Reptiles

La comunidad de reptiles registrada presenta una abundancia total de **56 individuos**, distribuidos en **10 especies**, lo que indica una riqueza específica moderada y una estructura de abundancia relativamente equilibrada, aunque con ciertas especies dominantes. *Sceloporus melanorhinus* es la especie más abundante, con 10 individuos, lo que representa el 17.86% de la abundancia relativa, posicionándose como el principal componente numérico del conjunto. En un segundo nivel se sitúa *Aspidoscelis deppii* con 9 individuos (16.07%), seguida por *Anolis nebulosus* con 8 individuos (14.29%), lo que refleja la importancia de estos taxa dentro de la comunidad.

Un grupo intermedio está conformado por *Iguana iguana* con 6 individuos (10.71%), así como *Sceloporus pyrocephalus* y *Sceloporus utiformis*, ambas con 5 individuos (8.93%), evidenciando nuevamente la relevancia del género *Sceloporus* en la estructura comunitaria. *Hemidactylus frenatus* aporta 4 individuos (7.14%), mientras que *Holcosus undulatus*, *Oxybelis microphthalmus* y *Urosaurus bicarinatus* presentan 3 individuos cada una (5.36%), manteniendo una presencia constante pero secundaria dentro del grupo.

Tabla 93. Abundancia y biodiversidad de los reptiles en el AP.

No	Nombre científico	Abundancia (ind)	Abundancia relativa	LogPi	Pi*Log2Pi	Pi^2	d
1	*Anolis nebulosus*	8	14.29%	-1.946	-0.278	0.020408	0.143
2	*Aspidoscelis deppii*	9	16.07%	-1.828	-0.294	0.025829	0.161
3	*Hemidactylus frenatus*	4	7.14%	-2.639	-0.189	0.005102	0.071
4	*Holcosus undulatus*	3	5.36%	-2.927	-0.157	0.002870	0.054
5	*Iguana iguana*	6	10.71%	-2.234	-0.239	0.011480	0.107
6	*Oxybelis microphthalmus*	3	5.36%	-2.927	-0.157	0.002870	0.054
7	*Sceloporus melanorhinus*	10	17.86%	-1.723	-0.308	0.031888	0.179
8	*Sceloporus pyrocephalus*	5	8.93%	-2.416	-0.216	0.007972	0.089
9	*Sceloporus utiformis*	5	8.93%	-2.416	-0.216	0.007972	0.089
10	*Urosaurus bicarinatus*	3	5.36%	-2.927	-0.157	0.002870	0.054
Total		**56**	**100.00%**	**-23.981**	**-2.209**	**0.119260**	**1.00**
Riqueza de especies (S)							**10**
Índice de Simpson (λ)							**0.881**
Índice de Berger-Parker							**0.179**
Índice de Shannon-Wiener (H')							**2.209**
H´max							**2.303**
Índice de equidad (J)							**0.959**

De acuerdo con los rangos de interpretación establecidos, el índice de Simpson (λ = 0.881) se clasifica como diversidad alta (0.81–1.00), lo que refleja una estructura comunitaria relativamente heterogénea, con ausencia de una dominancia extrema por una sola especie. Este comportamiento se refuerza con el índice de Berger–Parker (0.179), el cual se ubica dentro de la categoría de diversidad alta (<0.40), evidenciando que, aunque existe una especie numéricamente más representativa, su contribución no es desproporcionada respecto al total. En este sentido, *Sceloporus melanorhinus* presenta la mayor abundancia con 10 individuos (17.86%), seguida por

Aspidoscelis deppii con 9 individuos (16.07%) y *Anolis nebulosus* con 8 individuos (14.29%), mientras que el resto de las especies muestra participaciones menores y relativamente equilibradas.

Por su parte, el índice de Shannon–Wiener (H' = 2.209) corresponde a una diversidad media (2–3), lo que indica una combinación adecuada entre riqueza y distribución de abundancias. Al comparar este valor con la diversidad máxima esperada (H'max = 2.303), se obtiene un índice de equidad de Pielou elevado (J' = 0.959), clasificado como equidad alta (0.90–1.00), lo que sugiere que los individuos se encuentran muy bien repartidos entre las especies presentes.

En conjunto, los resultados describen una comunidad de reptiles con diversidad alta según Simpson, diversidad media según Shannon y una equidad elevada, caracterizada por una dominancia moderada de *Sceloporus melanorhinus*, pero con una distribución poblacional balanceada, lo cual es indicativo de un grupo estable y funcional dentro del área evaluada.

IV.2.1.3 Medio socioeconómico

Para recabar el análisis socioeconómico del proyecto, se emplea la información de censos y microdatos de INEGI (Censo 2020, Conteos y Encuestas)[87], CONEVAL[88] (pobreza municipal), plataformas como DataMéxico[89] para indicadores económicos y empleo, DENUE[90] y SEP[91].

El alcance del análisis parte de la descripción demográfica, perfil económico, infraestructura y servicios, educación y salud, condiciones de pobreza y vulnerabilidad, movilidad y uso del suelo. Lo anterior mediante una revisión documental, extracción de indicadores clave por municipio (población, estructura por edad, tasa de crecimiento, alfabetismo, escolaridad promedio, tasa de pobreza, acceso a servicios básicos, principales actividades económicas).

Dentro de la superficie del Sistema Ambiental (SA) delimitado para el proyecto se incluye territorio correspondiente a un solo municipio del estado de Colima; no obstante, por su localización geográfica específica, el "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**" se desarrolla exclusivamente dentro del municipio de **Manzanillo**. En función de sus dimensiones, el carácter puntual de sus interacciones ambientales y la naturaleza operativa del proyecto, su viabilidad depende en buena medida de los recursos humanos, logísticos, comerciales y financieros disponibles en el municipio, el cual funge como centro urbano articulador de servicios.

Desde una perspectiva espacial y ambiental, esta configuración territorial implica que los impactos directos del proyecto se concentrarán en el municipio de Manzanillo, al igual que los impactos indirectos y sinérgicos, asociados a la movilidad, la demanda de servicios, el desarrollo de infraestructura y la presión sobre los ecosistemas circundantes. Esta condición subraya la importancia de considerar el paisaje y sus unidades

[87] NEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx
[88] CONEVAL. (2020). Medición de la pobreza municipal en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx
[89] DataMéxico. (2020). Indicadores económicos y de empleo por municipio. https://datamexico.org
[90] DENUE. (2020). Directorio Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/denue
[91] SEP. (2020). Estadísticas educativas. Secretaría de Educación Pública. https://www.sep.gob.mx

territoriales como un sistema interdependiente, en el que los flujos ecológicos, económicos y sociales trascienden los límites político-administrativos.

En este contexto, resulta indispensable evaluar la conectividad ecológica, la capacidad de carga de los ecosistemas circundantes y la disponibilidad regional de servicios, a fin de garantizar un manejo ambiental adecuado y una integración territorial compatible con la dinámica ambiental y urbana del área de influencia del proyecto.

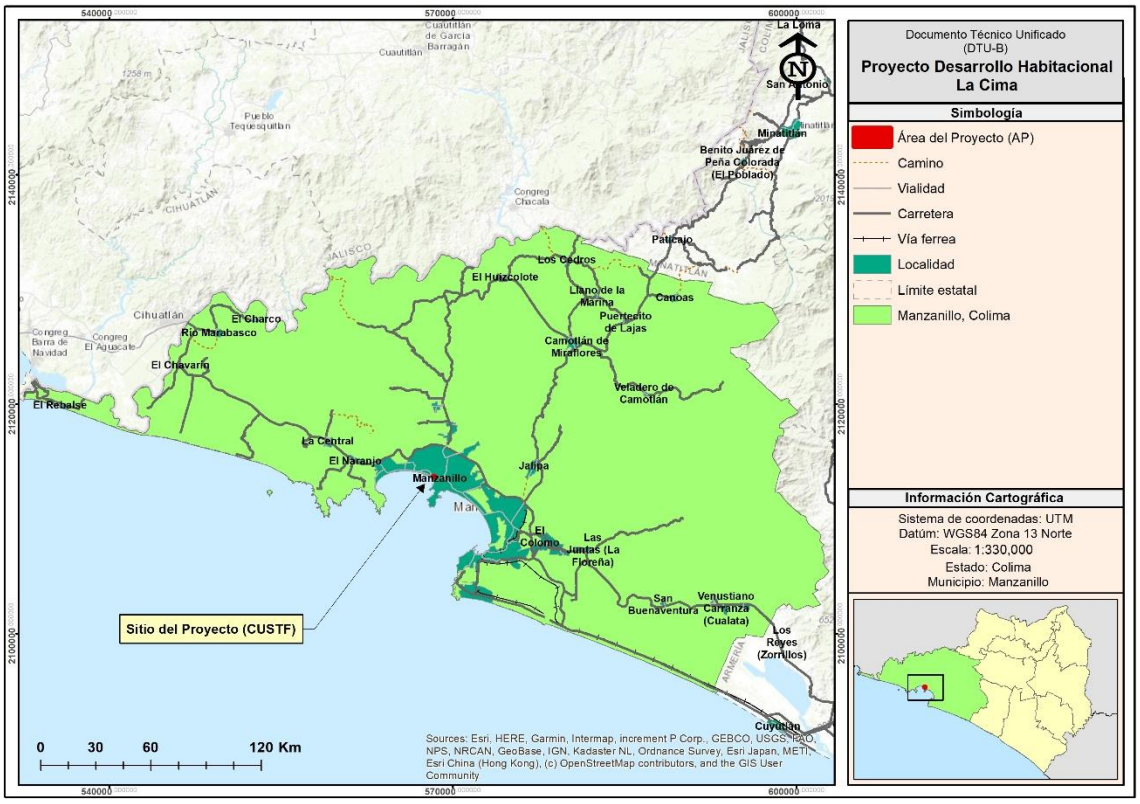


Figura 90. Ubicación política del "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima".

El municipio de **Manzanillo** se localiza en la región costera del estado de Colima, dentro de un corredor logístico y portuario de alta relevancia económica a escala regional, nacional e internacional, que articula al Pacífico mexicano con los principales centros productivos del occidente y centro del país. Su posición estratégica, asociada al Puerto de Manzanillo, lo consolida como un nodo fundamental para el comercio exterior, la actividad portuaria e industrial, la movilidad poblacional y el tránsito de mercancías, desempeñando un papel clave en la dinámica económica y territorial del occidente de México.

Conectividad

Manzanillo cuenta con infraestructura carretera y ferroviaria de carácter estratégico, integrada por la Carretera Federal 200 y los ejes de conexión Manzanillo–Guadalajara, así como por terminales portuarias, ferroviarias y de autotransporte vinculadas al Puerto de Manzanillo. Esta infraestructura facilita flujos intensos de mercancías, servicios y personas, consolidando al municipio como un nodo logístico de alcance regional, nacional e internacional, y reforzando su papel en la conectividad territorial del occidente de México.

Influencia regional en los patrones socioeconómicos

El municipio de Manzanillo ejerce una influencia regional significativa sobre los patrones socioeconómicos del occidente del país, derivada de su función como principal nodo portuario del Pacífico mexicano y centro articulador de actividades logísticas, comerciales, industriales y de servicios. Esta condición impulsa dinámicas regionales de empleo, atracción de población, demanda de vivienda, expansión urbana y desarrollo de infraestructura, que trascienden el ámbito municipal e inciden en municipios y entidades vecinas.

La actividad portuaria y la conectividad carretera y ferroviaria asociada generan flujos constantes de bienes, capital y personas, fortaleciendo cadenas productivas regionales y promoviendo la integración económica con los mercados nacionales e internacionales. Al mismo tiempo, esta influencia regional se refleja en cambios en el uso del suelo, incremento en la demanda de servicios urbanos y presión sobre los recursos naturales, lo que hace indispensable considerar estos patrones socioeconómicos en la evaluación ambiental del proyecto, particularmente en lo relativo a impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos.

IV.2.1.3.1 Demografía

La dinámica demográfica del municipio de Manzanillo se caracteriza por un crecimiento poblacional sostenido, asociado principalmente a su papel como centro portuario, logístico y de servicios a escala regional. Esta condición ha favorecido la atracción de población en edad económicamente activa, así como procesos de migración interna vinculados a oportunidades laborales en los sectores portuario, industrial, comercial y de servicios.

El incremento poblacional se refleja en una mayor demanda de vivienda, infraestructura urbana y servicios básicos, así como en la expansión de la mancha urbana hacia zonas periurbanas. Estas tendencias demográficas constituyen un factor relevante en la evaluación ambiental del territorio, ya que influyen directamente en los patrones de ocupación del suelo, la presión sobre los ecosistemas circundantes y la capacidad de los servicios urbanos, aspectos que deben ser considerados para garantizar un desarrollo urbano ordenado y ambientalmente compatible.

IV.2.1.3.1.1 Población

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI en lo que concierne al municipio de manzanillo la población total es de 191,031 personas, en donde la relación hombre mujeres es de 99.1, es decir, por cada 99 hombres hay 100 mujeres, la edad mediana es de 30, en donde la mitad de la población tiene 30 años o menos.

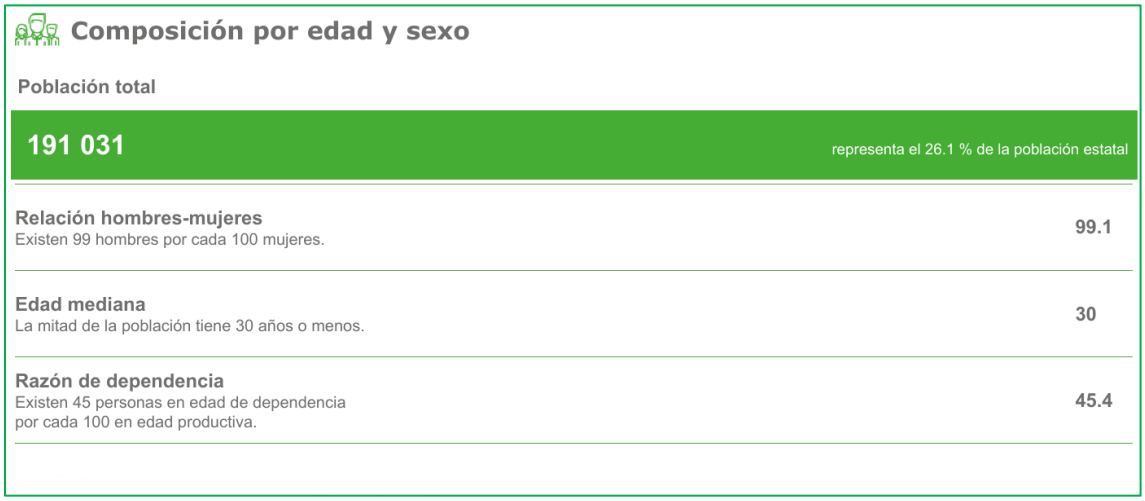


Figura 91. Población - Composición por edad y sexo.

Con relación a la población total del municipio el 49.8% (95,117 habitantes) corresponde a varones y el 50.2% (95,914 habitantes) a mujeres, así mismo, la mayor diferencia entre hombres y mujeres en relación con el rango de edad es de 30-34 años con 4.3% a 4.0% mujeres hombres, en el caso hombre mujeres es de los 5-9 años con 4.3% hombres contra 4.0% mujeres.

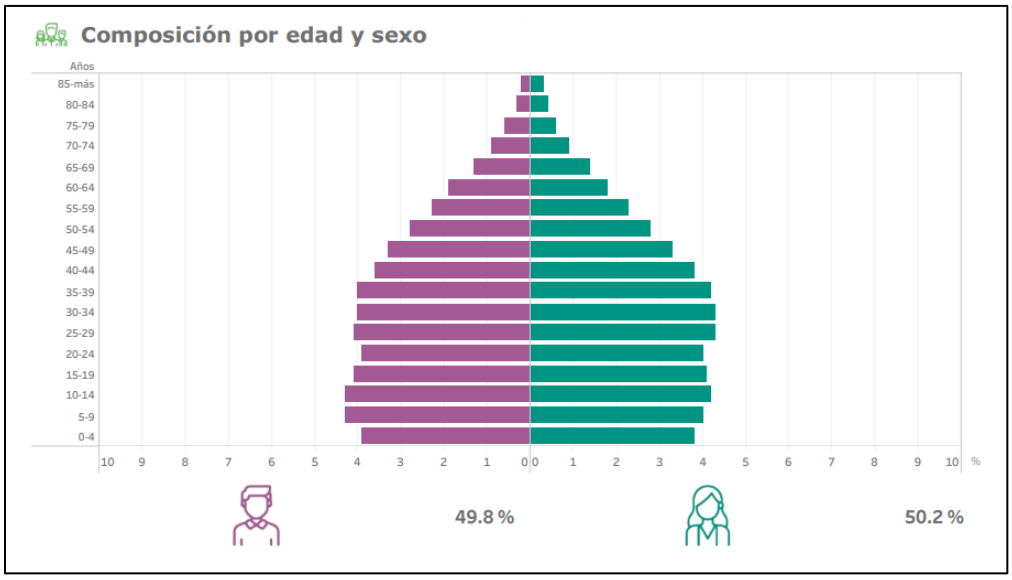


Figura 92. Pirámide poblacional.

La estructura por edad y sexo muestra una distribución poblacional relativamente equilibrada entre mujeres y hombres en la mayoría de los rangos etarios. Los grupos de 0 a 29 años concentran los mayores porcentajes poblacionales en ambos sexos, lo que evidencia una población predominantemente joven, característica de municipios con dinámica económica activa y capacidad de atracción poblacional.

En los rangos de 30 a 49 años, correspondientes a la población en edad productiva, se mantienen porcentajes elevados y balanceados entre mujeres y hombres, lo que refleja una base laboral sólida, asociada a la demanda de empleo en los sectores productivos y de servicios. A partir del grupo de 50 años y más, se observa una disminución progresiva de los porcentajes, patrón típico de la transición demográfica, con una ligera

predominancia femenina en los rangos de mayor edad (65 años y más), consistente con una mayor esperanza de vida en mujeres.

En conjunto, esta estructura demográfica sugiere una alta presión potencial sobre la demanda de vivienda, infraestructura urbana y servicios básicos, particularmente en los segmentos jóvenes y productivos de la población. Este comportamiento resulta relevante para la evaluación ambiental del territorio, ya que influye directamente en los patrones de expansión urbana, uso del suelo y consumo de recursos, aspectos clave para el análisis de impactos indirectos y acumulativos asociados al desarrollo del proyecto.

Tabla 94. Valores porcentuales por rango de edad relación hombres-mujeres.

Años	Mujeres	Hombres
85-más	0.3	0.2
80-84	0.4	0.3
75-79	0.6	0.6
70-74	0.9	0.9
65-69	1.3	1.3
60-64	1.8	1.9
55-59	2.3	2.3
50-54	2.8	2.8
45-49	3.3	3.3
40-44	3.8	3.6
35-39	4.0	4.0
30-34	4.3	4.0
25-29	4.3	4.1
20-24	4.0	3.9
15-19	4.1	4.1
10-14	4.2	4.3
5-9	4.0	4.3
0-4	3.8	3.9

IV.2.1.3.1.2 Natalidad y mortandad

Los indicadores de fecundidad muestran una tendencia descendente en el número promedio de hijos por mujer, consistente con un proceso de transición demográfica. En 2010, el promedio de hijos nacidos vivos en mujeres de 12 años y más fue de 2.2, mientras que para 2015 el promedio en mujeres de 15 a 49 años se redujo a 1.6, lo que refleja cambios en los patrones reproductivos asociados a mayor escolaridad, incorporación de la mujer al mercado laboral y acceso a servicios de salud reproductiva.

El análisis por grupo de edad (2020) indica que la fecundidad se concentra principalmente en los rangos de 30 a 44 años, con valores que aumentan progresivamente desde 1.7 hijos en el grupo de 30–34 años hasta 2.3 hijos en 40–44 años, alcanzando 2.4 hijos en el grupo de 45–49 años. En contraste, los grupos más jóvenes (15–19 y 20–24 años) presentan valores bajos (0.1 y 0.6, respectivamente), lo que sugiere una reducción en la fecundidad adolescente y temprana.

En cuanto a la dinámica de natalidad, durante 2024 se registraron 2,121 nacimientos, con una distribución por sexo equilibrada (1,089 hombres y 1,032 mujeres), lo que confirma una estructura reproductiva estable. Este

volumen de nacimientos, en combinación con la fecundidad moderada, contribuye al crecimiento natural positivo del municipio.

Respecto a la mortalidad, en 2024 se registraron 1,388 defunciones, observándose una mayor proporción en hombres (890) en comparación con mujeres (498), patrón consistente con diferencias de mortalidad por sexo a nivel nacional. La mortalidad infantil fue relativamente baja, con 18 defunciones de menores de un año, lo que representa un indicador favorable de condiciones de salud materno-infantil. Asimismo, el porcentaje de hijos fallecidos en mujeres de 15 a 49 años (2.9%) se mantiene en rangos bajos, reforzando esta tendencia.

Tabla 95. Indicadores de natalidad y mortandad de Manzanillo.

Indicador	Resultado (INEGI)
Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 años y más (Promedio), Manzanillo, 2010	2.2
Nacimientos registrados (Nacimientos registrados), Manzanillo, 2024	2,121
Nacimientos registrados. Hombres (Nacimientos registrados), Manzanillo, 2024	1,089
Nacimientos registrados. Mujeres (Nacimientos registrados), Manzanillo, 2024	1,032
Nacimientos registrados. Sexo no especificado (Nacimientos registrados), Manzanillo, 2024	0
Promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 15 a 49 años EI2015 (Promedio), Manzanillo, 2015	1.6
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 15-19 (Promedio), Manzanillo, 2020	0.1
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 20-24 (Promedio), Manzanillo, 2020	0.6
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 25-29 (Promedio), Manzanillo, 2020	1.2
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 30-34 (Promedio), Manzanillo, 2020	1.7
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 35-39 (Promedio), Manzanillo, 2020	2
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 40-44 (Promedio), Manzanillo, 2020	2.3
Promedio de hijos nacidos vivos por grupo de edad: 45-49 (Promedio), Manzanillo, 2020	2.4
Defunciones registradas (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	1,388
Defunciones registradas de menores de un año. Hombres (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	11
Defunciones registradas. Hombres (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	890
Defunciones registradas de menores de un año. Mujeres (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	7
Defunciones registradas. Mujeres (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	498
Defunciones registradas. Sexo no especificado (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	0
Defunciones registradas de menores de un año (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	18
Defunciones registradas de menores de un año. Sexo no especificado (Defunciones registradas), Manzanillo, 2024	0
Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años (Porcentaje), Manzanillo, 2020	2.9

IV.2.1.3.1.3 Migración

Los datos muestran que una proporción significativa de la población residente en Manzanillo no es originaria de la entidad, lo que confirma el papel del municipio como polo de atracción migratoria. De un total de 188,587 personas, 123,924 nacieron en la entidad federativa, mientras que 64,663 nacieron en otra entidad, lo que representa una participación relevante de población migrante interna.

La distribución por sexo mantiene un equilibrio relativo tanto en la población nacida en la entidad (62,505 mujeres y 61,419 hombres) como en la nacida en otra entidad (32,197 mujeres y 32,466 hombres), lo que sugiere procesos migratorios asociados principalmente a oportunidades laborales y de servicios, más que a desplazamientos selectivos por sexo.

En cuanto a la movilidad reciente, la información indica que 163,481 personas de 5 años y más residían en la entidad en marzo de 2015, mientras que 11,384 personas de ese mismo grupo etario residían en otra entidad en dicha fecha. Este comportamiento evidencia una dinámica migratoria activa, con flujos de entrada y salida relativamente moderados, consistentes con un municipio integrado a redes regionales y nacionales de movilidad poblacional.

Tabla 96. Indicadores de migración de Manzanillo (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población nacida en la entidad	123,924
Población femenina nacida en la entidad	62,505
Población masculina nacida en la entidad	61,419
Población nacida en otra entidad	64,663
Población femenina nacida en otra entidad	32,197
Población masculina nacida en otra entidad	32,466
Población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	163,481
Población femenina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	82,633
Población masculina de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015	80,848
Población de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	11,384
Población femenina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	5,579
Población masculina de 5 años y más residente en otra entidad en marzo de 2015	5,805

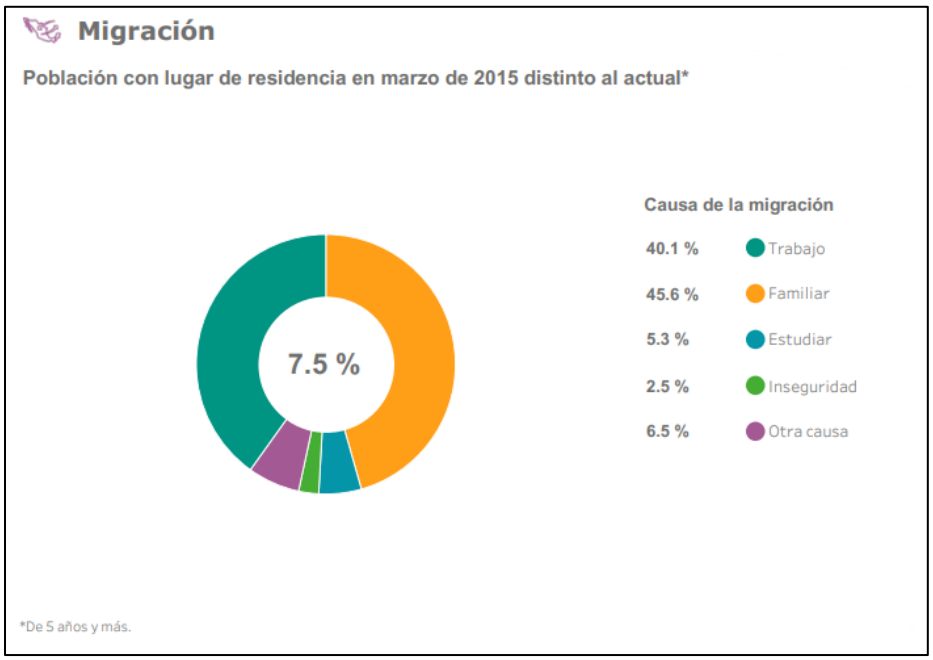


Figura 93. Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual (de 5 años y más) en Manzanillo (INEGI).

IV.2.1.3.1.4 Educación

Los indicadores de asistencia escolar muestran que la no asistencia en edades tempranas se concentra principalmente en la población de 3 a 5 años, con 3,506 niñas y niños que no asisten a la escuela, lo cual responde en gran medida a decisiones familiares y a la cobertura diferenciada de educación preescolar. En los grupos de 6 a 11 años (924) y 12 a 14 años (781) que no asisten a la escuela, los valores disminuyen considerablemente, lo que refleja una mayor cobertura educativa en los niveles de educación básica obligatoria, aunque con una ligera predominancia masculina en la no asistencia.

En contraste, la población que sí asiste a la escuela en los rangos de 15 a 17 años (7,598) y 18 a 24 años (7,437) presenta cifras relevantes y equilibradas por sexo, lo que evidencia continuidad educativa en niveles medio superior y superior, consistente con un municipio con oferta educativa y dinámica económica activa.

Respecto a la alfabetización, se registran 579 personas de 8 a 14 años que no saben leer ni escribir, así como 3,503 personas de 15 años y más en condición de analfabetismo, representando una proporción reducida respecto al total poblacional. Este comportamiento indica avances significativos en alfabetización, aunque persisten rezagos focalizados en grupos específicos.

El nivel educativo de la población de 15 años y más muestra una transición clara hacia mayores grados de escolaridad. Si bien aún se identifican 5,053 personas sin escolaridad y 8,938 con primaria incompleta, destaca que 36,756 personas cuentan con secundaria completa y 65,392 personas de 18 años y más presentan educación posbásica, lo que confirma una base educativa sólida para la población en edad productiva.

El grado promedio de escolaridad del municipio es de 10.11 años, con valores muy similares entre mujeres (10.08) y hombres (10.13), reflejando equidad de género en el acceso a la educación y un nivel educativo promedio cercano a la secundaria concluida.

Tabla 97. Indicadores de educativos de la población de Manzanillo (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	3,506
Población femenina de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	1,700
Población masculina de 3 a 5 años que no asiste a la escuela	1,806
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	924
Población femenina de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	429
Población masculina de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	495
Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	781
Población femenina de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	340
Población masculina de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	441
Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela	7,598
Población femenina de 15 a 17 años que asiste a la escuela	3,812
Población masculina de 15 a 17 años que asiste a la escuela	3,786
Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela	7,437
Población femenina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	3,899
Población masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela	3,538
Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	579
Población femenina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	254
Población masculina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	325
Población de 15 años y más analfabeta	3,503
Población femenina de 15 años y más analfabeta	1,922
Población masculina de 15 años y más analfabeta	1,581
Población de 15 años y más sin escolaridad	5,053
Población femenina de 15 años y más sin escolaridad	2,691
Población masculina de 15 años y más sin escolaridad	2,362
Población de 15 años y más con primaria incompleta	8,938
Población femenina de 15 años y más con primaria incompleta	4,533
Población masculina de 15 años y más con primaria incompleta	4,405
Población de 15 años y más con primaria completa	17,431

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población femenina de 15 años y más con primaria completa	9,022
Población masculina de 15 años y más con primaria completa	8,409
Población de 15 años y más con secundaria incompleta	5,049
Población femenina de 15 años y más con secundaria incompleta	2,233
Población masculina de 15 años y más con secundaria incompleta	2,816
Población de 15 años y más con secundaria completa	36,756
Población femenina de 15 años y más con secundaria completa	18,488
Población masculina de 15 años y más con secundaria completa	18,268
Población de 18 años y más con educación posbásica	65,392
Población femenina de 18 años y más con educación posbásica	33,064
Población masculina de 18 años y más con educación posbásica	32,328
Grado promedio de escolaridad	10.11
Grado promedio de escolaridad de la población femenina	10.08
Grado promedio de escolaridad de la población masculina	10.13

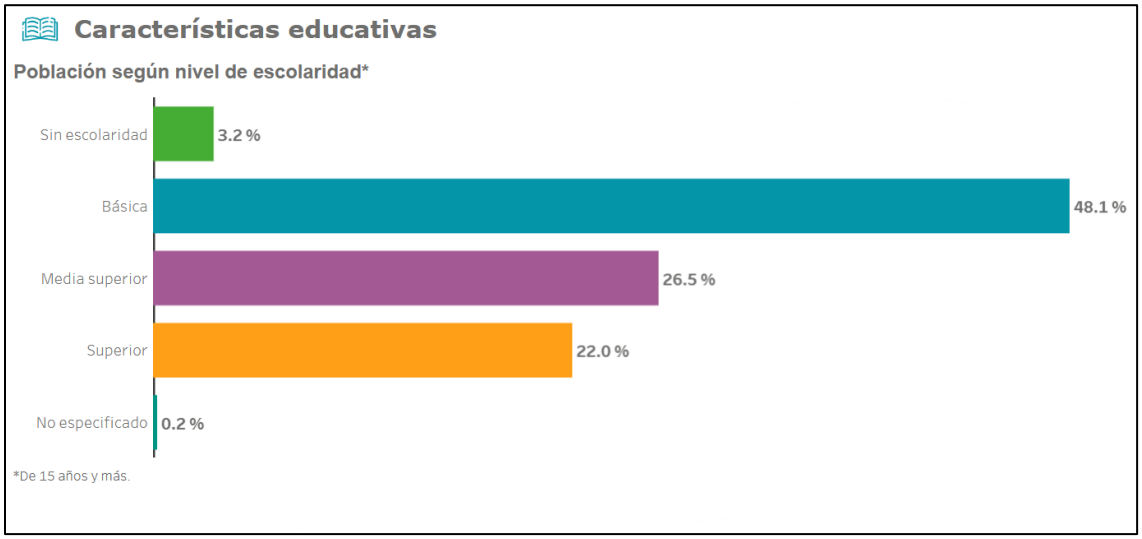


Figura 94. Población según nivel de escolaridad en Manzanillo (INEGI, 2020).

El municipio cuenta con un total de 413 unidades educativas, lo que evidencia una cobertura institucional amplia y diversificada que atiende distintos niveles de formación académica y técnica. La mayor concentración de planteles corresponde a la educación básica, con 303 unidades, lo que representa el 73.4% del total, destacando la presencia de primarias (128) y preescolares (90), seguidas por secundarias (66) e inicial general (19). Esta distribución refleja una prioridad en la atención de los niveles obligatorios, acorde con la estructura demográfica joven del municipio.

La educación media superior está representada por 57 unidades de bachillerato, lo que indica una capacidad relevante para la continuidad educativa de la población adolescente y joven, mientras que la educación superior cuenta con 21 unidades de licenciatura, las cuales contribuyen a la formación de capital humano especializado, vinculado principalmente a los sectores portuario, logístico, industrial y de servicios.

Asimismo, se identifican 18 unidades de formación para el trabajo, que fortalecen la capacitación técnica y la inserción laboral, así como 3 Centros de Atención Múltiple (CAM) destinados a educación especial, lo que refleja inclusión educativa. Adicionalmente, el municipio dispone de 11 unidades de educación inicial, orientadas a la atención temprana.

Tabla 98. Número de instituciones educativas por nivel educativo de Manzanillo (SEP, 2020).

Nivel educativo	Número de unidades
Básica	
Inicial general	19
Preescolar	90
Primaria	128
Secundaria	66
Total	**303**
Capacitación	
Formación para el trabajo	18
Total	**18**
Especial	
Cam	3
Total	**3**
Inicial	
Inicial	11
Total	**11**
Media superior	
Bachillerato	57
Total	**57**
Superior	
Licenciatura	21
Total	**21**
Total general	**413**

IV.2.1.3.1.5 Salud

Los datos indican que la mayoría de la población del municipio cuenta con algún tipo de afiliación a servicios de salud, con 159,810 personas afiliadas, frente a 30,556 personas sin afiliación, lo que refleja una cobertura sanitaria amplia, asociada a la dinámica laboral y económica del municipio.

La afiliación se concentra principalmente en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), con 111,009 personas, lo cual evidencia el peso del empleo formal, particularmente en los sectores portuario, industrial, comercial y de servicios. En menor proporción, la población afiliada al ISSSTE asciende a 8,135 personas, y al ISSSTE estatal a 289, vinculadas principalmente al empleo público.

Asimismo, se registra afiliación en instituciones de seguridad social de carácter especial, como PEMEX, Defensa o Marina, con 7,932 personas, reflejando la presencia de actividades estratégicas y personal vinculado a estas dependencias. Por su parte, 31,561 personas se encuentran afiliadas al Instituto de Salud para el Bienestar, lo que indica la cobertura de población no asalariada o en esquemas de atención pública, mientras que 1,293 personas están adscritas al IMSS-BIENESTAR.

La afiliación a instituciones privadas (1,919 personas) y a otras instituciones (884 personas) representa una proporción reducida, pero significativa en términos de diversificación de opciones de atención médica.

Tabla 99. Indicadores de salud de Manzanillo (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población sin afiliación a servicios de salud	30,556

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población afiliada a servicios de salud	159,810
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS	111,009
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE	8,135
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE estatal	289
Población afiliada a servicios de salud en PEMEX, Defensa o Marina	7,932
Población afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el Bienestar	31,561
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS BIENESTAR	1,293
Población afiliada a servicios de salud en una institución privada	1,919
Población afiliada a servicios de salud en otra institución	884

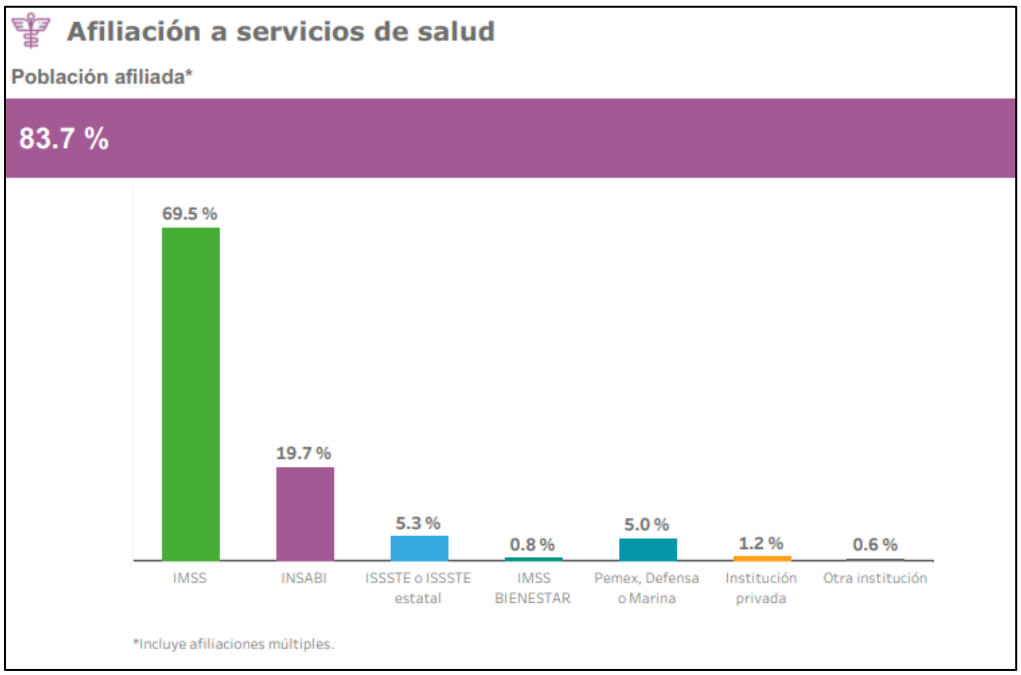


Figura 95. Población afiliada a servicios de salud en Manzanillo (INEGI, 2020).

En el municipio de Manzanillo 20,911 personas presentan limitaciones en la actividad, en este caso el 19.2% corresponde a personas de 60 años y más, el 3.6% a personas de 30 a 59 años, el 2.1% de 0-17 años y el 1.9% tienen de 18 a 29 años.

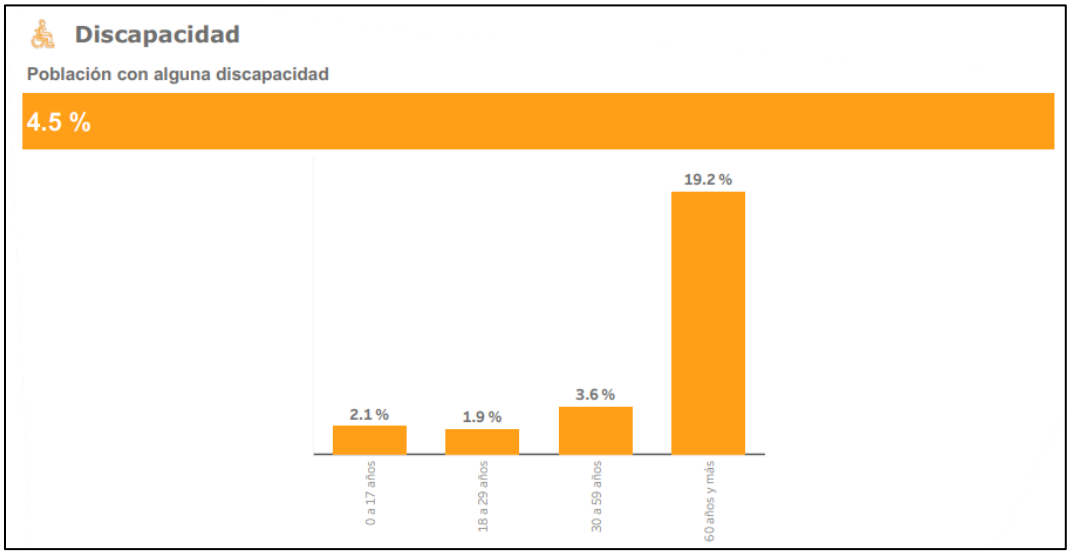


Figura 96. Gráfico de población con alguna discapacidad del municipio Manzanillo (INEGI, 2020).

IV.2.1.3.1.6 Economía

Los datos indican que 101,496 personas de 12 años y más integran la población económicamente activa (PEA) del municipio, lo que refleja una base laboral amplia y dinámica, asociada a la actividad portuaria, industrial, comercial y de servicios que caracteriza a Manzanillo. De este total, 42,385 corresponden a mujeres y 59,111 a hombres, evidenciando una mayor participación masculina en el mercado laboral, patrón consistente con la estructura ocupacional de los sectores productivos predominantes.

En contraste, la población no económicamente activa asciende a 51,750 personas, con una mayor proporción femenina (35,238 mujeres) frente a 16,512 hombres, lo que sugiere la persistencia de roles domésticos, actividades de cuidado y condiciones de dependencia económica, principalmente en la población femenina.

En términos de ocupación, 100,127 personas de 12 años y más se encuentran ocupadas, lo que representa prácticamente la totalidad de la PEA, mientras que la población desocupada es de 1,369 personas, equivalente a un nivel de desempleo relativamente bajo. La desocupación se concentra principalmente en la población masculina (975 hombres), en comparación con 394 mujeres, comportamiento asociado a la rotación laboral y a la naturaleza estacional de algunas actividades económicas.

Tabla 100. Indicadores de economía de la población de Manzanillo (INEGI).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 12 años y más económicamente activa	101,496
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	42,385
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	59,111
Población de 12 años y más no económicamente activa	51,750
Población femenina de 12 años y más no económicamente activa	35,238
Población masculina de 12 años y más no económicamente activa	16,512
Población de 12 años y más ocupada	100,127
Población femenina de 12 años y más ocupada	41,991
Población masculina de 12 años y más ocupada	58,136
Población de 12 años y más desocupada	1,369
Población femenina de 12 años y más desocupada	394

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población masculina de 12 años y más desocupada	975

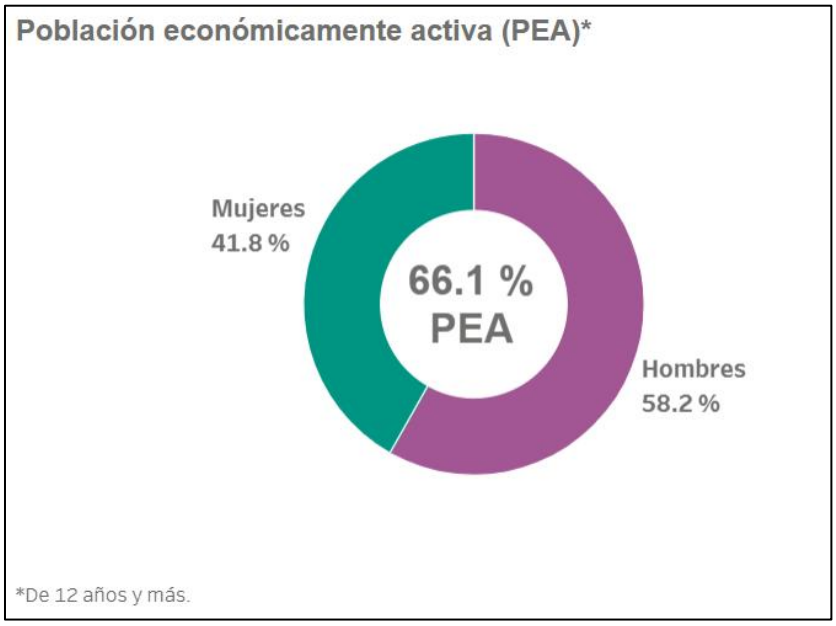


Figura 97. Población económicamente activa en Manzanillo (INEGI, 2020).

El municipio registra un total de 10,157 unidades económicas, lo que refleja una base productiva amplia y diversificada, estrechamente vinculada a su función portuaria, logística y urbana. La actividad con mayor presencia corresponde al comercio al por menor, con 3,531 unidades, seguido por los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas (1,838 unidades) y los otros servicios no gubernamentales (1,550 unidades), lo que evidencia el peso del sector terciario, asociado al comercio, el turismo, los servicios personales y la atención a la población flotante y residente.

El sector de transportes, correos y almacenamiento, con 576 unidades, constituye un componente estratégico de la economía local, directamente relacionado con la operación del puerto y las cadenas logísticas regionales y nacionales. De manera complementaria, el comercio al por mayor (224 unidades) y los servicios financieros y de seguros (220 unidades) refuerzan el papel del municipio como centro articulador de flujos económicos.

Las industrias manufactureras presentan una presencia relevante, con más de 300 unidades en sus distintos subsectores, lo que indica una base industrial activa, vinculada tanto a procesos de transformación como a actividades asociadas al comercio exterior. Asimismo, el sector de la construcción cuenta con 62 unidades, reflejando una dinámica constante de desarrollo urbano e infraestructura, acorde con el crecimiento poblacional y la demanda habitacional.

Las actividades del sector primario (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza) suman 192 unidades, lo que representa una participación menor en el contexto municipal, mientras que la minería registra únicamente 10 unidades, confirmando su escasa relevancia económica a escala local.

Finalmente, destacan los servicios educativos (256 unidades) y los servicios de salud y asistencia social (352 unidades), que fortalecen la función urbana y regional del municipio como proveedor de equipamiento y servicios básicos.

Tabla 101. Unidades económicas por actividad económica de Manzanillo (DENUE).

Actividad	Número de unidades
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	192
Minería	10
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	13
Construcción	62
Industrias manufactureras	313
Industrias manufactureras	104
Industrias manufactureras	145
Comercio al por mayor	224
Comercio al por menor	3,531
Transportes, correos y almacenamiento	576
Transportes, correos y almacenamiento	29
Información en medios masivos	32
Servicios financieros y de seguros	220
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	212
Servicios profesionales, científicos y técnicos	183
Corporativos	5
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	116
Servicios educativos	256
Servicios de salud y de asistencia social	352
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	106
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1,838
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1,550
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	88
Total	**10,157**

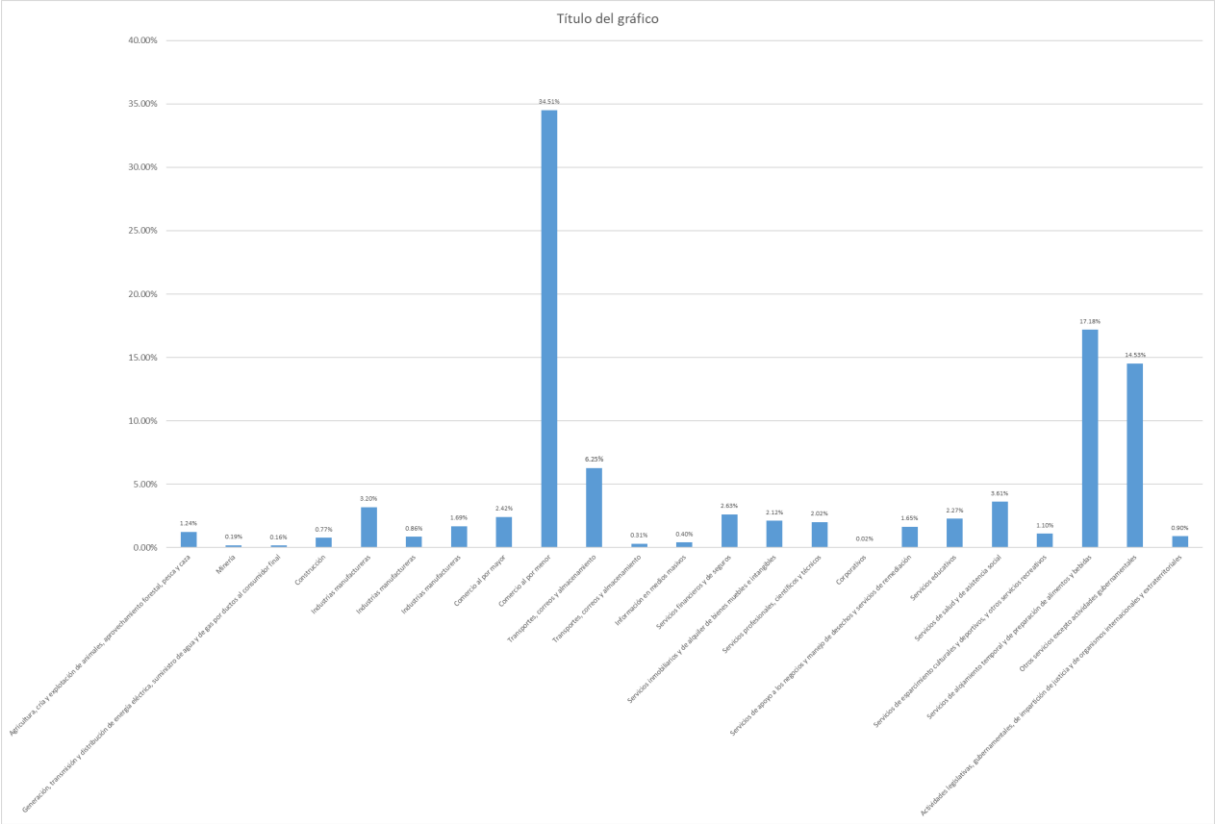


Figura 98. Unidades económicas por actividad económica de Manzanillo (DENUE).

IV.2.1.3.1.7 Vivienda

El municipio registra un total de 76,583 viviendas, de las cuales 59,803 se encuentran habitadas, lo que evidencia una ocupación mayoritaria del parque habitacional. Del total de viviendas, 71,303 corresponden a viviendas particulares, y 59,761 de éstas se encuentran habitadas, confirmando que la vivienda particular constituye la forma predominante de alojamiento residencial.

Se identifican 11,144 viviendas particulares deshabitadas y 5,636 viviendas de uso temporal, situación asociada a procesos de movilidad poblacional, segunda residencia y dinámica turística, característicos de municipios costeros con actividad portuaria y de servicios. Esta condición representa una reserva potencial del parque habitacional, aunque no necesariamente disponible de forma permanente para atender la demanda local.

En términos de ocupación, las viviendas particulares habitadas concentran 190,412 ocupantes, con un promedio de 3.19 personas por vivienda, valor que se ubica dentro de rangos moderados a nivel nacional. El promedio de ocupantes por cuarto es de 0.99, lo que indica condiciones de hacinamiento bajas, reflejando niveles adecuados de habitabilidad y espacio disponible por persona.

Tabla 102. Indicadores de las viviendas de Manzanillo (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Total de viviendas	76,583
Total de viviendas habitadas	59,803
Total de viviendas particulares	71,303
Viviendas particulares habitadas	54,523

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Total de viviendas particulares habitadas con características	59,692
Total de viviendas particulares habitadas	59,761
Viviendas particulares deshabitadas	11,144
Viviendas particulares de uso temporal	5,636
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	190,412
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	3.19
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	0.99
Población masculina de 12 años y más desocupada	975

Los indicadores muestran que la mayoría de las viviendas particulares habitadas en el municipio presentan condiciones físicas adecuadas. Del total, 58,436 viviendas cuentan con piso de material distinto de tierra, mientras que únicamente 1,056 presentan piso de tierra, lo que indica un bajo rezago en calidad constructiva.

En cuanto a la distribución de espacios habitacionales, se observa que 40,444 viviendas cuentan con dos dormitorios o más, frente a 19,053 viviendas con un solo dormitorio, lo que sugiere condiciones de ocupación relativamente favorables. De manera complementaria, 44,118 viviendas disponen de tres cuartos o más, mientras que 3,507 viviendas cuentan con un solo cuarto, reflejando niveles reducidos de hacinamiento, consistentes con los promedios de ocupación previamente analizados.

Respecto al acceso a servicios básicos, la cobertura es prácticamente universal. Se registran 59,303 viviendas con energía eléctrica, frente a solo 199 sin este servicio. De igual forma, 59,190 viviendas disponen de agua entubada dentro de la vivienda, de las cuales 57,966 se abastecen del servicio público, mientras que únicamente 312 viviendas carecen de este servicio en el ámbito de la vivienda. La presencia de tinacos (43,262 viviendas) y cisternas o aljibes (7,751 viviendas) evidencia estrategias de almacenamiento de agua, asociadas a la variabilidad en el suministro y a las condiciones climáticas de la región.

En materia de saneamiento, 59,250 viviendas cuentan con excusado o sanitario, y 59,294 disponen de drenaje, registrándose únicamente 70 viviendas con letrina y 206 sin drenaje, lo que confirma una cobertura de saneamiento elevada. Destaca que 58,945 viviendas cuentan de manera simultánea con energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje, mientras que solo 27 viviendas carecen de los tres servicios, lo que representa una proporción marginal.

Tabla 103. Características de servicios y equipamiento de las viviendas de Manzanillo (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	58,436
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	1,056
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	19,053
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	40,444
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	3,507
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	11,874
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	44,118
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	59,303
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	199
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	59,190
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	57,966

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	312
Viviendas particulares habitadas que disponen de tinaco	43,262
Viviendas particulares habitadas que disponen de cisterna o aljibe	7,751
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	59,250
Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo)	70
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	59,294
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	206
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	58,945
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje	27
Viviendas particulares que disponen de drenaje y sanitario con admisión de agua	59,221

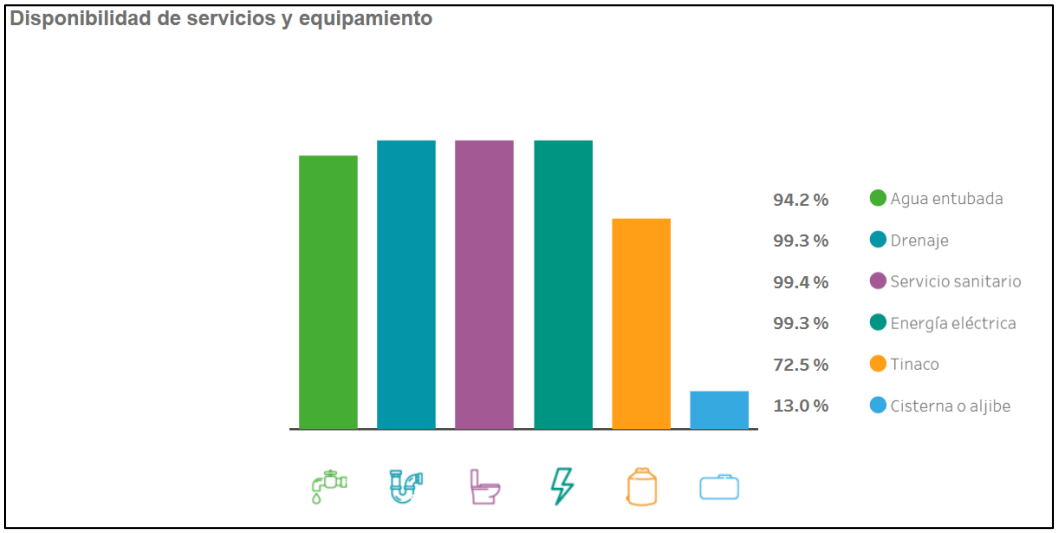


Figura 99. Disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas de Manzanillo (INEGI, 2020).

Los indicadores muestran una dotación generalizada de bienes básicos en las viviendas particulares habitadas, lo que refleja condiciones socioeconómicas mayoritariamente favorables. Destaca que 56,557 viviendas disponen de refrigerador y 45,860 de lavadora, así como 54,822 con televisor y 40,519 con radio, evidenciando una alta cobertura de equipamiento doméstico esencial. Únicamente 293 viviendas reportan no disponer de ningún bien, lo que representa una proporción marginal.

En materia de movilidad, 28,914 viviendas cuentan con automóvil o camioneta y 9,885 con motocicleta o motoneta, mientras que 11,452 disponen de bicicleta como medio de transporte. No obstante, 26,326 viviendas no cuentan con automóvil, camioneta ni motocicleta, lo que indica una dependencia significativa del transporte público, no motorizado o de servicios colectivos, aspecto relevante para la planeación urbana y la evaluación de impactos en movilidad.

Respecto al acceso a tecnologías de la información y comunicación (TIC), 55,171 viviendas cuentan con teléfono celular y 22,696 con línea telefónica fija. Asimismo, 23,329 viviendas disponen de computadora, laptop o tablet, y 34,979 cuentan con acceso a Internet, lo que evidencia un nivel de conectividad digital intermedio, con margen de mejora. La presencia de televisión de paga (33,256 viviendas) y de servicios de contenido digital por Internet (11,514) confirma la inserción del municipio en dinámicas contemporáneas de consumo informativo y cultural.

No obstante, persisten brechas de acceso, ya que 21,368 viviendas no disponen de computadora ni Internet, 2,964 carecen de telefonía fija y celular, y 638 viviendas no cuentan con ningún tipo de TIC, lo que identifica sectores de la población con rezago tecnológico.

Tabla 104. Bienes y servicios de las viviendas de Manzanillo (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Viviendas particulares habitadas que no disponen de automóvil o camioneta, ni de motocicleta o motoneta	26,326
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	293
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	56,557
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	45,860
Viviendas particulares habitadas que disponen de horno de microondas	23,655
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	28,914
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	9,885
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	11,452
Viviendas particulares habitadas que disponen de radio	40,519
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	54,822
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, laptop o tablet	23,329
Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	22,696
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	55,171
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	34,979
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de televisión de paga	33,256
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio de películas, música o videos de paga por Internet	11,514
Viviendas particulares habitadas que disponen de consola de videojuegos	5,832
Viviendas particulares habitadas sin radio ni televisor	2,322
Viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular	2,964
Viviendas particulares habitadas sin computadora ni Internet	21,368
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	638

IV.2.1.3.2 Factores socioculturales

La población del municipio presenta una predominancia clara de la religión católica, con 151,201 personas, lo que refleja la continuidad de patrones culturales tradicionales y la influencia histórica de esta confesión en la configuración social y comunitaria del territorio. Este rasgo sociocultural suele asociarse a formas de organización social, festividades locales y prácticas comunitarias que inciden en la dinámica del espacio público y en el uso de equipamientos urbanos.

De manera complementaria, 18,953 personas se adscriben a grupos religiosos protestantes o cristianos evangélicos, lo que evidencia una diversificación religiosa moderada, consistente con tendencias nacionales de pluralidad confesional. Las 232 personas que profesan otras religiones representan una proporción marginal, mientras que 19,857 personas se identifican sin religión o sin adscripción religiosa, indicando la coexistencia de posturas seculares dentro del tejido social municipal.

Tabla 105. Indicadores de religión de Manzanillo (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población con religión católica	151,201
Población con grupo religioso protestante/cristiano evangélico	18,953

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población con otras religiones diferentes a las anteriores	232
Población sin religión o sin adscripción religiosa	19,857

Los datos indican que la presencia de población hablante de lengua indígena en el municipio es reducida, registrándose 900 personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, lo que representa una proporción baja respecto al total poblacional. De este grupo, 390 corresponden a mujeres y 510 a hombres, mostrando una ligera predominancia masculina.

En términos de bilingüismo, la gran mayoría de esta población habla español además de una lengua indígena (889 personas), mientras que únicamente 3 personas de 3 años y más no hablan español, lo que evidencia un alto grado de integración lingüística y social. Esta misma tendencia se observa en la población de 5 años y más, donde 896 personas hablan alguna lengua indígena y solo 3 no hablan español, confirmando que el monolingüismo indígena es prácticamente inexistente en el municipio.

Asimismo, se registra una población de 2,151 personas que habitan en hogares censales indígenas, lo que sugiere la presencia de núcleos familiares con identidad indígena, aunque de tamaño reducido y dispersos dentro del tejido urbano y periurbano.

Por otra parte, 3,258 personas se reconocen como afromexicanas o afrodescendientes, con una distribución equilibrada por sexo (1,645 mujeres y 1,613 hombres). Esta población representa un componente culturalmente relevante, aunque minoritario, que contribuye a la diversidad sociocultural del municipio.

Tabla 106. Indicadores de etnicidad de Manzanillo (INEGI, 2020).

Indicador	Resultados (INEGI, 2020)
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	900
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	390
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	510
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	3
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	2
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	1
Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	889
Población femenina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	384
Población masculina de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	505
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	896
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	3
Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	885
Población en hogares censales indígenas	2,151
Población que se considera afromexicana o afrodescendiente	3,258
Población femenina que se considera afromexicana o afrodescendiente	1,645
Población masculina que se considera afromexicana o afrodescendiente	1,613

IV.2.1.4 Paisaje

El paisaje en el Sistema Ambiental se entiende como la expresión visual y perceptual resultante de la interacción dinámica entre los componentes **abióticos**, **bióticos** y **antrópicos**, los cuales configuran la estructura, funcionalidad y apariencia del territorio. Para conocer su estado y sensibilidad, el paisaje puede evaluarse a través de diversos enfoques metodológicos; en este estudio, se consideraron tres criterios fundamentales: **la visibilidad**, asociada al grado en que las unidades del territorio pueden ser observadas desde distintos puntos de vista; **la fragilidad visual**, que determina la susceptibilidad del paisaje a ser alterado por actividades humanas; y **la calidad paisajística**, que integra aspectos escénicos, ecológicos y perceptuales para valorar su atractivo y singularidad. La aplicación conjunta de estos criterios permite obtener un diagnóstico integral del paisaje, identificando zonas con mayor sensibilidad y aquellas con mayor capacidad de absorción visual ante posibles intervenciones.

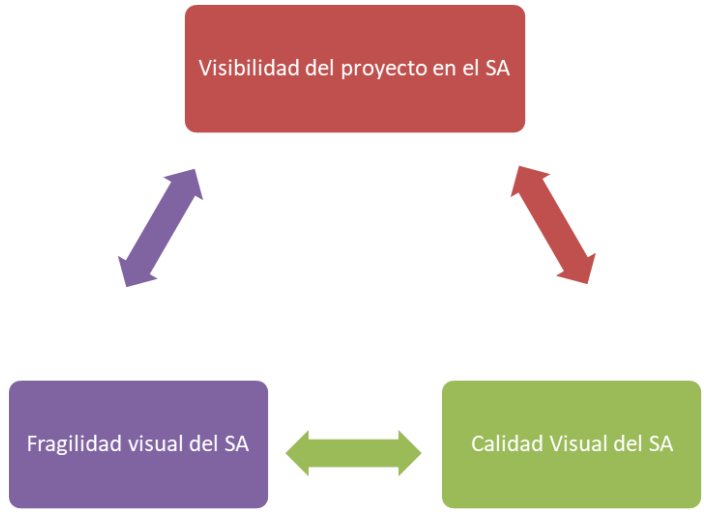


Figura 100. Diagrama Valoración de la afectación del proyecto al paisaje.

IV.2.1.4.1 Visibilidad del proyecto

La visibilidad del proyecto, considerando como unidad de análisis al Sistema Ambiental definido, se evaluó a partir del Modelo de Elevación Digital (MED) del terreno con resolución espacial de 15 m, elaborado por el INEGI. Para este análisis se tomaron como puntos emisores los vértices y puntos de inflexión que conforman el polígono del Área del Proyecto, con el fin de identificar las zonas del territorio desde las cuales la infraestructura podría ser observada. El procedimiento se realizó mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), aplicando herramientas de análisis de cuencas visuales (viewshed), siguiendo la secuencia metodológica que se muestra en el diagrama siguiente.

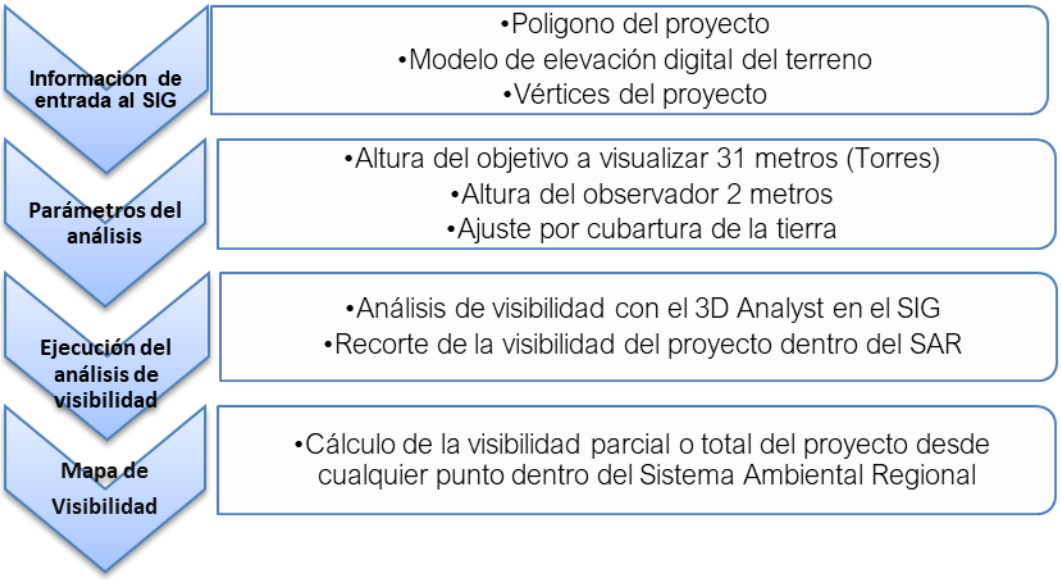


Figura IV.1. Diagrama para el cálculo de la visibilidad del paisaje.

Las características del paisaje dentro del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP) están determinadas tanto por la escala de análisis como por la localización de la superficie evaluada. En este contexto, considerando que el proyecto es de carácter inmobiliario (desarrollo urbano), se reconoce que su ejecución implicará una modificación directa del paisaje en el sitio específico de implantación; sin embargo, dicha alteración no se manifestará de manera generalizada en el conjunto del Sistema Ambiental. No obstante, debido a su **ubicación dentro de la mancha urbana de la ciudad de Manzanillo, Colima**, y a su cercanía con vías de comunicación terrestre, el proyecto presenta un **alto grado de perceptibilidad visual**, lo que se traduce en un impacto paisajístico. Cabe señalar que el paisaje circundante presenta un origen predominantemente antrópico, al tratarse de un entorno urbanizado, por lo que el proyecto se inserta en una **unidad paisajística previamente modificada**, lo cual atenúa la magnitud del impacto visual a escala regional.

Para determinar la visibilidad del proyecto, es decir, desde qué puntos del Sistema Ambiental puede ser observado el "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**" y sus obras complementarias, se seleccionaron puntos de análisis dentro del territorio, y a partir de ellos se evaluó la posibilidad de observación mediante herramientas de análisis de visibilidad.

Los resultados indican que, dentro del **Sistema Ambiental (SA)**, el proyecto es **visible desde una superficie de 3,836.11 hectáreas**, lo que representa el **44.99% del área total**. A partir de estos valores se concluye que, si bien el proyecto puede ser observado desde una proporción significativa del SA, la **percepción visual sería parcial**, sin abarcar la totalidad del proyecto de manera continua. Esta condición está determinada principalmente por la **topografía contrastante del Sistema Ambiental**, particularmente en las zonas montañosas y de **mayor grado de conservación**, caracterizadas por la presencia de **sierras, valles y lomeríos**, los cuales actúan como barreras visuales naturales. En contraste, la visibilidad del proyecto se concentra en las **áreas urbanizadas**, donde el relieve es predominantemente **plano o de baja pendiente**, lo que favorece una mayor exposición visual debido a la ausencia de rasgos topográficos abruptos.

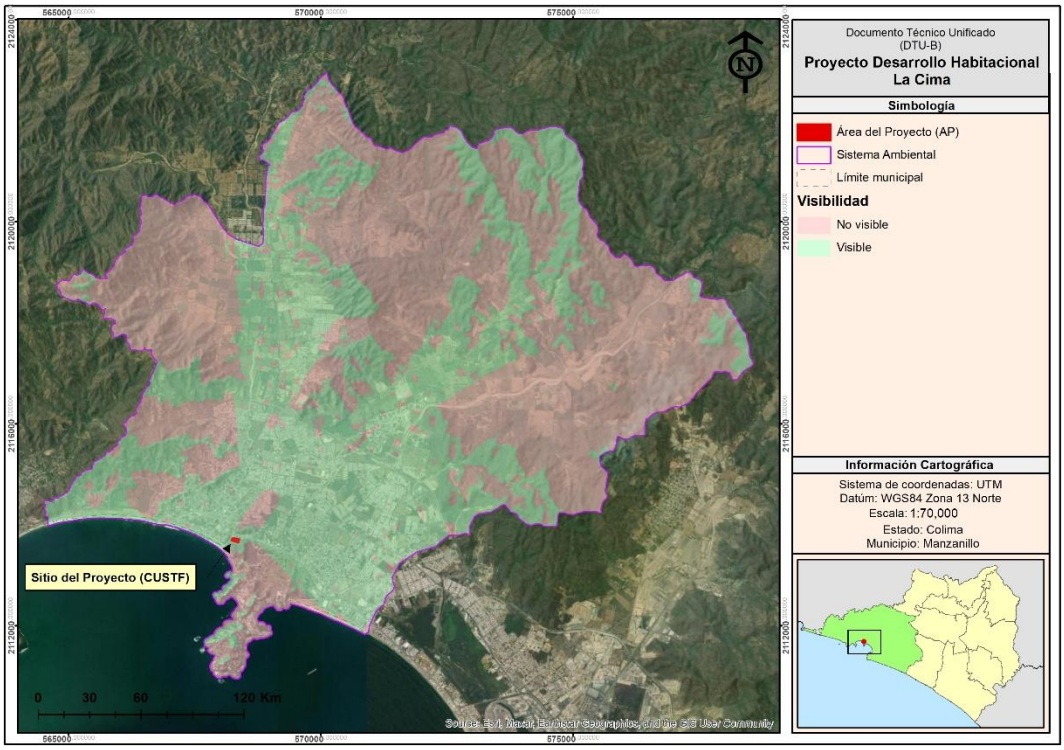


Figura 101. Visibilidad del proyecto.

IV.2.1.4.2 Fragilidad del paisaje

La fragilidad ambiental es una medida de sensibilidad intrínseca de los ecosistemas a las presiones ambientales, asociadas a amenazas que sean capaces de perturbar el equilibrio de un sistema (Cola-Valle y col., 2016)[92]. Evidentemente un ecosistema puede responder de diferente manera a las intervenciones humanas dentro de sus componentes paisajísticos como el relieve del terreno, el suelo, el clima, recursos hídricos y cobertura vegetal por mencionar algunos (Dávila, 2011)[93].

En términos cartográficos un mapa de fragilidad ambiental constituye una herramienta muy importante utilizada por los organismos públicos para gestión del territorio en una escala local o regional. La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido usada ampliamente desde hace más de 10 años por varios sectores interesados en la investigación o en el planeamiento del territorio (Donha y col., 2006)[94].

En este marco, para el presente apartado se realizó un diagnóstico ambiental, basado en la determinación de la fragilidad ambiental a nivel del SA en un proceso sumatorio de cuatro capas de información (uso de suelo y vegetación, relieve del terreno, distancia a los ríos y efecto de borde). El mapa de fragilidad resultante podrá analizarse en relación con el sitio del proyecto.

Metodología

[92] Cola-Valle, M., Pérez, R., & Gómez, L. (2016). Fragilidad ambiental y evaluación de riesgos ecosistémicos. Editorial Académica, México.
[93] Dávila, P. (2011). Evaluación de la vulnerabilidad y fragilidad ambiental en regiones semiáridas. Universidad Autónoma de México.
[94] Donha, F., Martínez, A., & López, C. (2006). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. Revista de Geografía y Planeamiento, 12(3), 45-62.

En el presente apartado se determinó la fragilidad ambiental en un proceso de suma de capas sobre las plataformas de ArcView 3.2 y ArcMap 10.8. La sumatoria se llevó a cabo en formato ráster. Cada una de las capas se reclasificó en una escala de 1 a 5 según las características de cada una de ellas. A continuación, se indican algunos detalles sobre la obtención y reclasificación de las capas de información.

1.- Valoración de los criterios

- Uso de suelo y vegetación (INEGI, serie VII).

Para definir la escala de valores se contemplaron siete criterios fundamentales: 1) tipo de cobertura; 2) grado de conservación o alteración; 3) representatividad a nivel del SA; 4) susceptibilidad de alteración de las comunidades vegetales por efectos humanos; 5) grado de fragmentación; y 6) configuración de los parches de una misma clase en el paisaje; 7) importancia para la fauna silvestre. Para este procedimiento fue conveniente conformar un pequeño equipo de especialistas con conocimientos en ecología, análisis del paisaje, botánica, fauna, etc. La tabla resultante se muestra en seguida:

Tabla 107. Valores ponderados para la capa de USV serie VII INEGI.

Uso de suelo y vegetación	Valor ponderado
Agricultura de riego anual y permanente	1
Agricultura de temporal anual	1
Agricultura de temporal anual y permanente	1
Asentamientos humanos	1
Cuerpo de agua	5
Pastizal cultivado	2
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	3

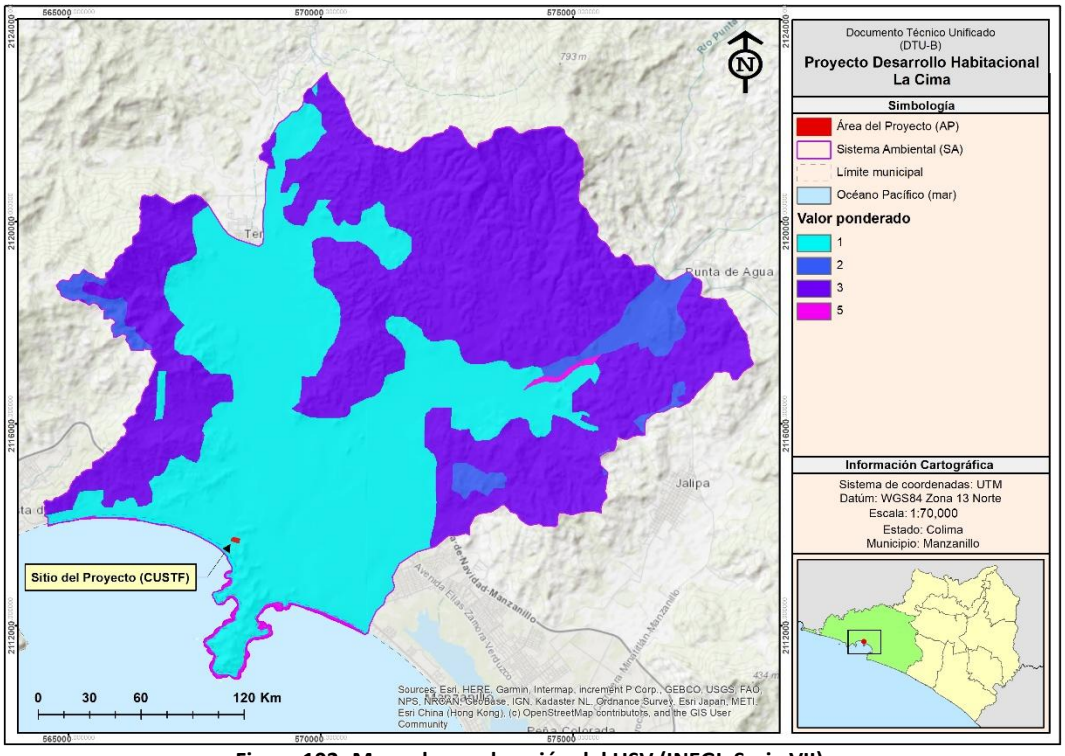


Figura 102. Mapa de ponderación del USV (INEGI, Serie VII).

- Relieve del terreno.

Se consideraron dos características fundamentales del terreno. La primera corresponde a la aptitud que puede tener para actividades agrícolas y la segunda como tierras adecuadas para la conservación de la naturaleza. Así entonces, se puede decir que los terrenos con baja o nula pendiente, suelen ser más apropiados para realizar actividades agrícolas (incluso para establecer vías de comunicación, líneas de transmisión y asentamientos humanos), mientras que los terrenos con un relieve mayormente pronunciado, suelen tener nula o limitada aptitud para las actividades antes mencionadas, siendo así, tierras con mejores características para ser conservadas. En este sentido para obtener la capa del relieve del terreno se realizó el Modelo Digital de Elevación con resolución de 15 metros del INEGI, y posteriormente se convirtió el relieve en grados. La escala resultante se indica en la siguiente tabla:

Tabla 108. Valores ponderados del relieve en grados.

Relieve del terreno en grados	Valor ponderado
0	1
0 - 3	2
3 - 6	3
6 - 9	4
>9	5

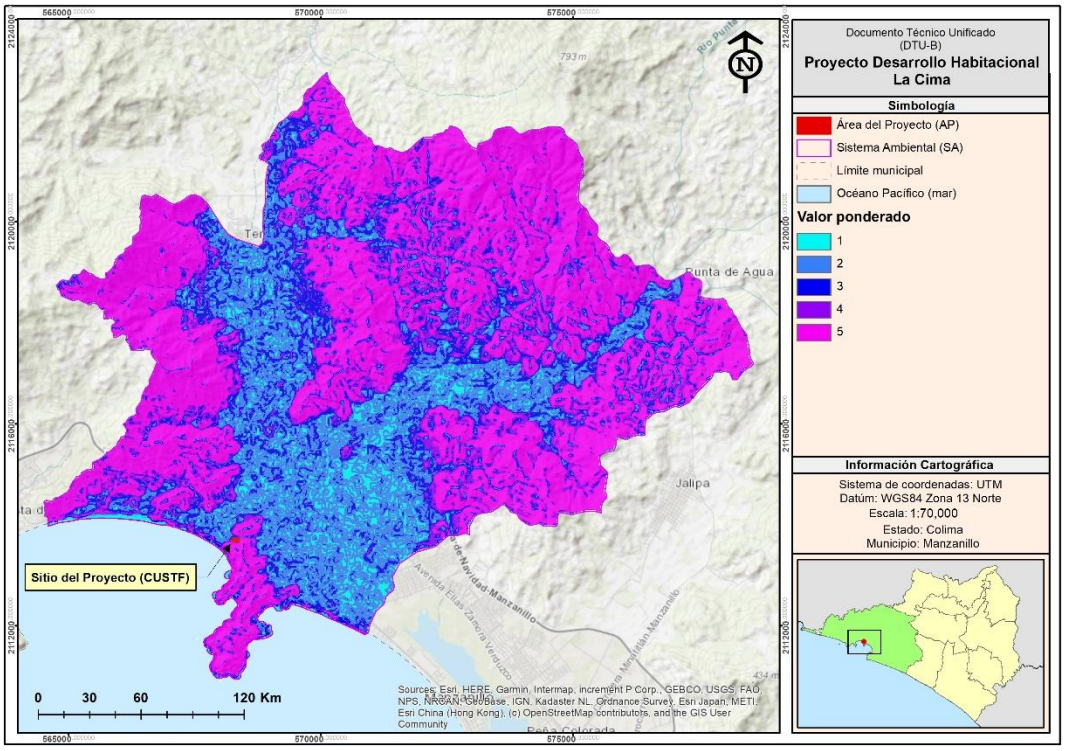


Figura 103. Mapa de ponderación de la pendiente del terreno (INEGI, MDE 15 metros).

- Distancia a los cauces (escurrimientos hidrológicos).

Es ampliamente conocido que los ríos y arroyos, así como su vegetación asociada a las márgenes proveen múltiples bienes y servicios ecosistémicos al ser humano y a la diversidad biológica asociada a éstos. En este sentido la cercanía o lejanía a estos ecosistemas puede repercutir en el funcionamiento de las comunidades

vegetales o usos de suelo adyacentes a los cauces, además de influenciar fuertemente sobre la dispersión y desplazamiento de la fauna silvestre. Para esta capa de información se manejaron cinco rangos, los cuales se establecieron la distancia en un rango de 30, 60, 100, 200 y >200 metros por cada extremo a partir de la parte central de los cauces (eje), así mismo se comprenden únicamente los escurrimientos que presentan tributarios, ya que son los que presentan cobertura vegetal.

Tabla 109. Distancia a los escurrimientos (cauces) y valores ponderados.

Distancia (metros)	Valor ponderado
0 - 30	5
30 - 60	4
60 - 100	3
100 - 200	2
>200	1

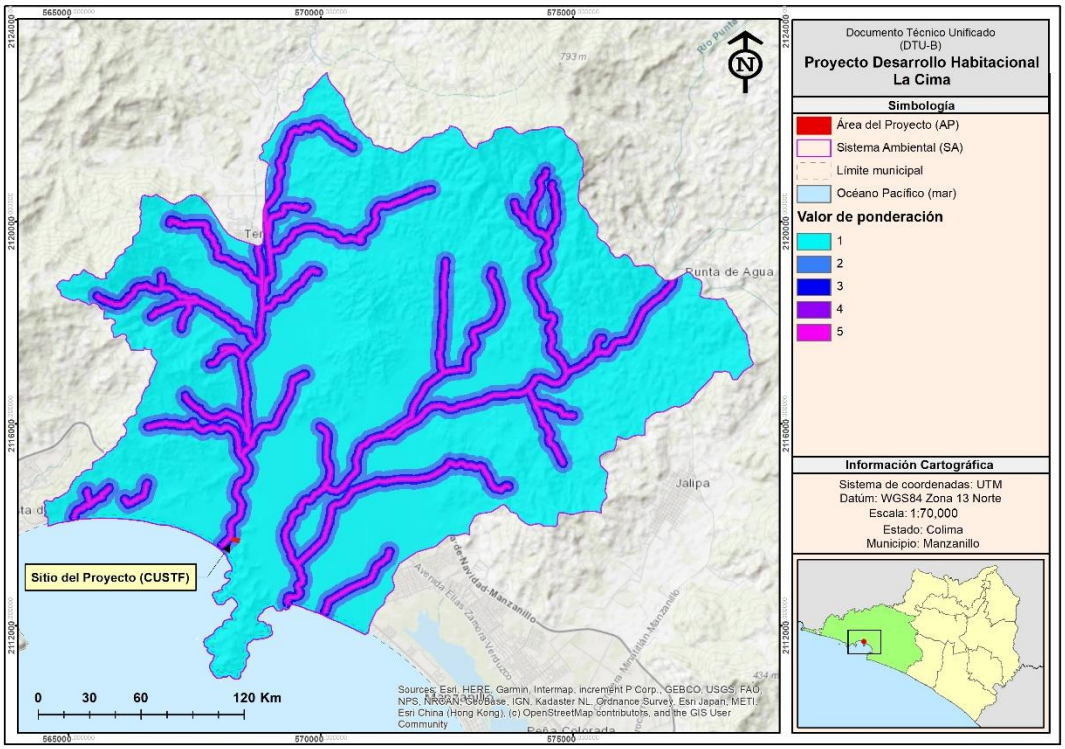


Figura 104. Mapa de ponderación de la distancias a los cauces.

- Efecto borde al interior.

El efecto de borde es una condición ambiental que se forma debido a procesos de deterioro, en su mayoría de origen humano, sobre la vegetación natural, adoptando características de menor calidad ambiental, en donde las especies de flora y fauna se someten a cambios drásticos en los hábitats, generando procesos de dispersión y diferencias en la riqueza y diversidad en los hábitats afectados. El efecto que tiene el borde sobre las especies es muy variable, sin embargo, las condiciones ambientales más inhóspitas se dan evidentemente fuera del borde y en su parte externa, así entonces, su efecto se va atenuando hacia el interior de los hábitats, que en algunos casos puede ir incluso a más de cien metros hacia el interior de los fragmentos hábitats adecuados. Para esta capa se plantearon cinco rangos de distancia partiendo de los polígonos forestales definidos en el SA de la capa de Uso de Suelo y Vegetación serie VII del INEGI.

Tabla 110. Distancia de efecto borde al interior de la vegetación natural.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<50	1
50 - 100	2
100 - 150	3
150 - 200	4
>200	5

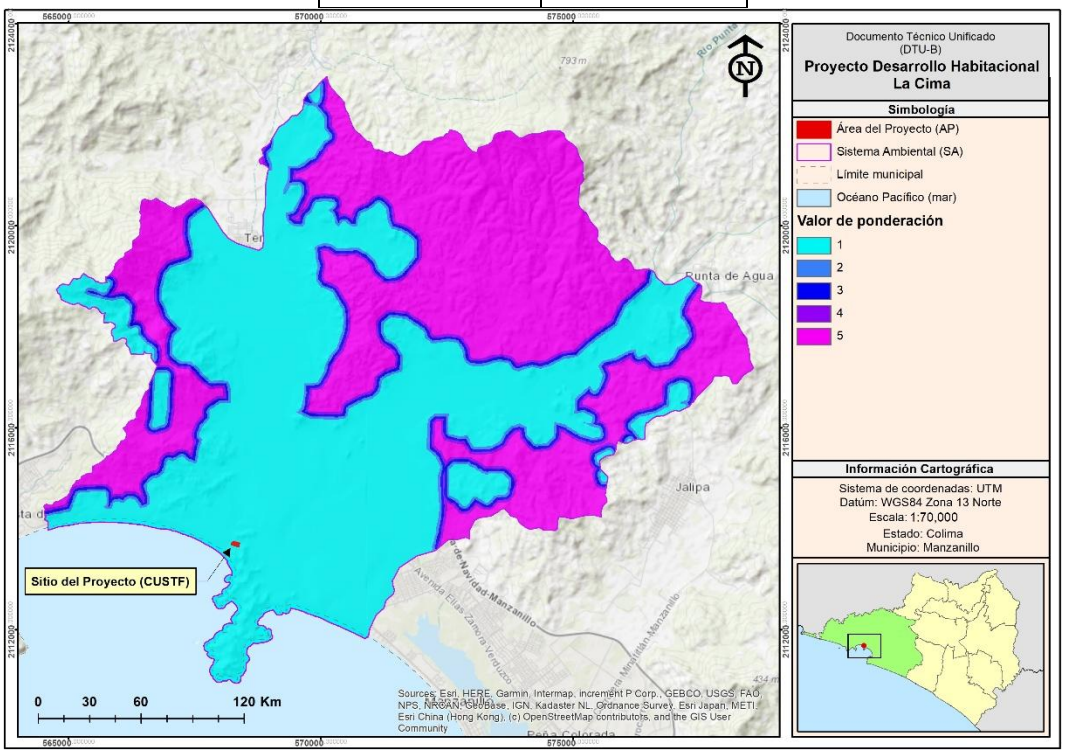


Figura 105. Mapa de ponderación del borde interior de la vegetación natural.

2.-Resultados

La fragilidad del paisaje se cuantificó mediante un índice compuesto que combina los valores ponderados. Se empleó un promedio ponderado (pesos: 0.25 por factor) para obtener un índice continuo entre 1 y 5. El índice resultante se reclasificó en cinco categorías de fragilidad, muy baja (1) a muy alta (5), mediante los umbrales 1.00–1.79; 1.80–2.59; 2.60–3.39; 3.40–4.19 y 4.20–5.00. Esta metodología permite integrar criterios ecológicos y morfométricos de manera reproducible y ajustable según juicio experto.

Tabla 111. Escala de fragilidad ambiental.

Nivel de fragilidad	Rango de valores
Muy baja	1.00-1.79
Baja	180 – 2.59
Media	2.60 – 3.39
Alta	3.40 – 4.19
Muy alta	4.20 – 5.00

La distribución espacial de la fragilidad ambiental dentro del **Sistema Ambiental (SA)** muestra un gradiente heterogéneo, reflejo de la variabilidad en las condiciones físicas, biológicas y de uso del suelo. Las categorías de

fragilidad muy baja y baja abarcan en conjunto 4,328.70 ha, equivalentes al 50.77% del SA, lo que indica que más de la mitad del territorio presenta alta capacidad de soporte ambiental, asociada principalmente a áreas planas o suavemente onduladas, coberturas secundarias y usos del suelo previamente modificados. Las áreas con fragilidad media representan 1,601.56 ha (18.78%), constituyendo zonas de transición donde los procesos ecológicos aún mantienen funcionalidad, pero con una mayor susceptibilidad a la alteración ante cambios en el uso del suelo. Estas áreas requieren criterios de manejo y planeación más cuidadosos para evitar procesos de degradación acumulativa. Por otro lado, las categorías de fragilidad alta y muy alta suman 2,597.02 ha, correspondientes al 30.46% del SA. Estas zonas se asocian generalmente a pendientes pronunciadas, suelos delgados, mayor cobertura vegetal natural y alta relevancia ecológica, por lo que presentan baja tolerancia a la intervención antrópica y constituyen áreas prioritarias para conservación y restricción de actividades.

El **Área del Proyecto**, con una superficie total de 0.9749 ha, se localiza exclusivamente en zonas de fragilidad muy baja (3.17%) y baja (96.83%). No se registra ocupación alguna de áreas clasificadas con fragilidad media, alta o muy alta, lo cual es un elemento clave desde el punto de vista de la viabilidad ambiental. Esta condición indica que el proyecto se emplaza en un entorno con alta capacidad de absorción de impactos, caracterizado por un menor riesgo de degradación ambiental, siempre que se apliquen medidas adecuadas de manejo, control de escurrimientos, conservación de suelos y mitigación paisajística.

En términos generales, aunque el Sistema Ambiental incluye una proporción relevante de áreas con fragilidad alta y muy alta, el proyecto evita de manera efectiva estas zonas sensibles, concentrándose en áreas previamente modificadas y ambientalmente más estables. Esta relación espacial reduce significativamente el potencial de impactos negativos severos, limita la afectación a procesos ecológicos críticos y favorece la compatibilidad del proyecto con el entorno.

Tabla 112. Nivel de fragilidad ambiental en el SA y AP.

Nivel de fragilidad	Sistema Ambiental		Área del Proyecto	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy baja	2,481.18	29.10%	0.0309	3.17%
Baja	1,847.52	21.67%	0.9440	96.83%
Media	1,601.56	18.78%	0	0%
Alta	2,501.75	29.34%	0	0%
Muy alta	95.27	1.12%	0	0%
Total	**8,527.28**	**100.00%**	**0.9749**	**100.00%**

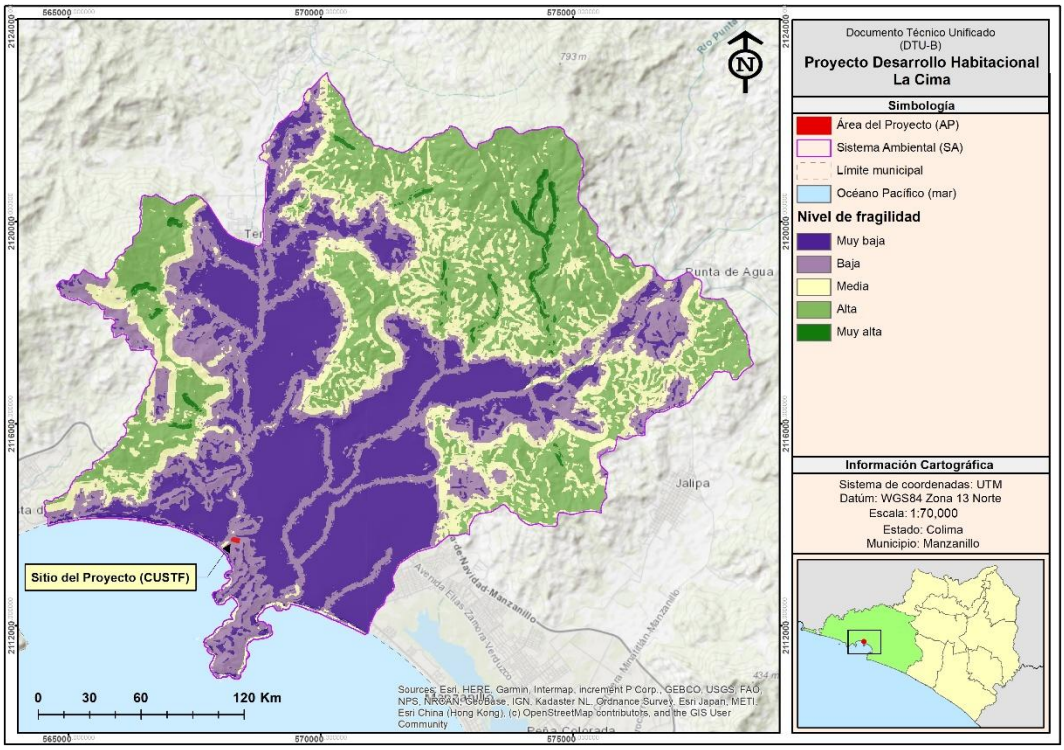


Figura 106. Nivel de fragilidad visual en el SA.

IV.2.1.4.3 Calidad del paisaje

El concepto paisaje se ha utilizado con diversos significados, desde la percepción que posee un sistema ambiental, hasta un elemento de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos de los cambios ocurridos por causas naturales o antropogénicas. También se percibe como una amplia gama de paisajes o de formas naturales. Desde el punto de vista ambiental, el paisaje representa grandes superficies compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas. El enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de la calidad del paisaje. El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y que califican la belleza del paisaje. De la calidad se han dado distintas definiciones, como, por ejemplo, la calidad de un paisaje es la expresión de la capacidad visual del territorio para la localización de una actividad (Farina, 2000)[95].

La calidad paisajística es evaluada basándose en las características topográficas y antropogénicas del sistema ambiental, las cuales afectan a la calidad visual. La calidad del paisaje puede contribuir al bienestar de las comunidades locales. Los servicios que ofrece el paisaje desempeñan un importante papel en el aumento de las economías locales al atraer visitantes que apoyan a los negocios locales. El valor de la propiedad local depende en parte de los atributos de su ubicación y las vistas panorámicas suelen aumentar el valor de la propiedad local. La generación de mapas de calidad del paisaje puede utilizarse para identificar la huella visual de una nueva actividad.

Metodología

Para determinar el grado de calidad visual del paisaje, la metodología aplicada será la de EMC. La selección de los criterios se ha adaptado de forma expresa a las características del ámbito de estudio y a la posibilidad, dando mayor relevancia a aquellos criterios relacionados con el aspecto natural del paisaje.

El uso combinado de los SIG y la EMC permite, por un lado, aprovechar el enorme potencial de la gestión, análisis espacial y modelado de datos relacionados con el paisaje que ofrecen los SIG y, por otro, la implementación de procedimientos eficientes dirigidos al análisis de las preferencias y las evaluaciones expresadas por los expertos y otras partes interesadas (Jankowski, 1995[96]; Malczewski, 1999[97]). Se pueden implementar diferentes procedimientos multicriterio en un entorno SIG pero, en particular, la combinación lineal ponderada (WLC, Weighted Linear Combination-) de las capas del mapa, con el apoyo de AHP (Analytic Hierarchy Process), es considerado el más directo y más frecuentemente empleado (Eastman et al., 1993[98]; Malczewski, 2004[99])

Las fuentes utilizadas para obtener las capas de los criterios que formarán parte del modelo de EMC, como base para la homogeneización de cada una de las capas de información se ha utilizado un mapa ráster con el ámbito

[95] Farina, A. (2000). Principles and methods in landscape ecology. Springer.
[96] Jankowski, P. (1995). Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. International Journal of Geographical Information Systems, 9(3), 251–273.
[97] Malczewski, J. (1999). GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons.
[98] Eastman, J. R., Jin, W., & Toledano, J. (1993). Raster procedures for multicriteria/multiobjective decisions. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59(5), 539–547.
[99] Malczewski, J. (2004). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 17(7), 613–626.

del SA, con una resolución espacial de 15 metros y una proyección WGS84 en un sistema UTM zona 13 norte. Además del trabajo de homogeneización, ha habido una tarea previa de acondicionamiento de los mapas ajustando su extensión al área de estudio, creando mosaicos con las bases que estaban distribuidas en diversas hojas y rasterizando aquellas bases que se encontraban en formato vectorial.

A continuación se detalla la metodología seguida:

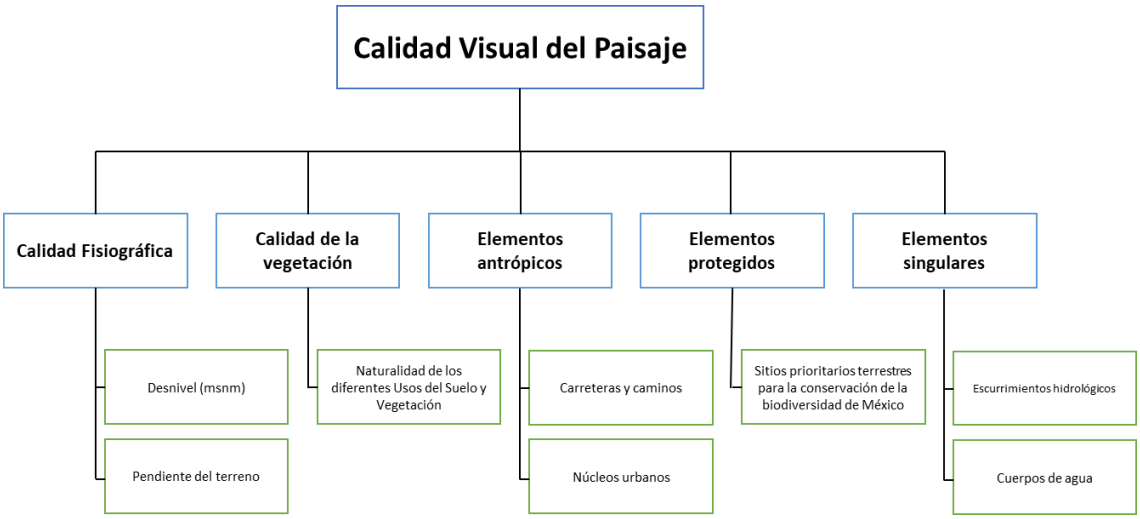


Figura 107. Valoración de calidad visual del paisaje para nuestro caso, basado en Montoya Ayala (2003)[100].

1.- Normalización y valoración

Respecto a la normalización de los criterios y su valoración, se ha tratado de manera independiente cada uno de los elementos considerados. Para explicar el procedimiento se escoge como ejemplo los pasos aplicados para normalizar y valorar las capas que dan lugar a la valoración de la fisiografía, realizada a partir de la capa de elevación del terreno y topoformas.

- Calidad Fisiográfica

La fisiografía es uno de los aspectos que aporta una mayor distinción al paisaje, tal y como ha sido considerado en trabajos como los de Ruiz et al. (2006)[101] y Martín y Otero (2012)[102]. Generalmente este aspecto contempla la diversidad morfológica que, en este caso, es evaluada indirectamente a través de la elevación del terreno.

-Desnivel:

El desnivel del terreno se evaluó a partir de rangos altitudinales relativos, asignando valores de ponderación de 1 a 5 conforme al incremento del relieve y su influencia en la estabilidad del terreno y la fragilidad ambiental. Los valores más altos se asociaron a zonas montañosas con pendientes pronunciadas y mayor susceptibilidad a

[100] Montoya Ayala, L. (2003). Evaluación del paisaje y su calidad visual: métodos y aplicaciones. Universidad Autónoma de México, México.
[101] Ruiz, A., Pérez, L., & Gómez, M. (2006). Análisis fisiográfico y su aplicación en la planificación territorial. Revista de Geografía Aplicada, 12(2), 45-58.
[102] Martín, F., & Otero, J. (2012). Valoración de la fisiografía en la evaluación de paisajes. Boletín de Geografía, 56, 23-39.

procesos erosivos, mientras que los valores bajos corresponden a áreas planas o suavemente onduladas con mayor capacidad de soporte.

Tabla 113. Valoración del desnivel del terreno.

Desnivel del terreno (metros)	Valor ponderado
<50	1
50 – 100	2
100 – 200	3
200 – 500	4
>500	5

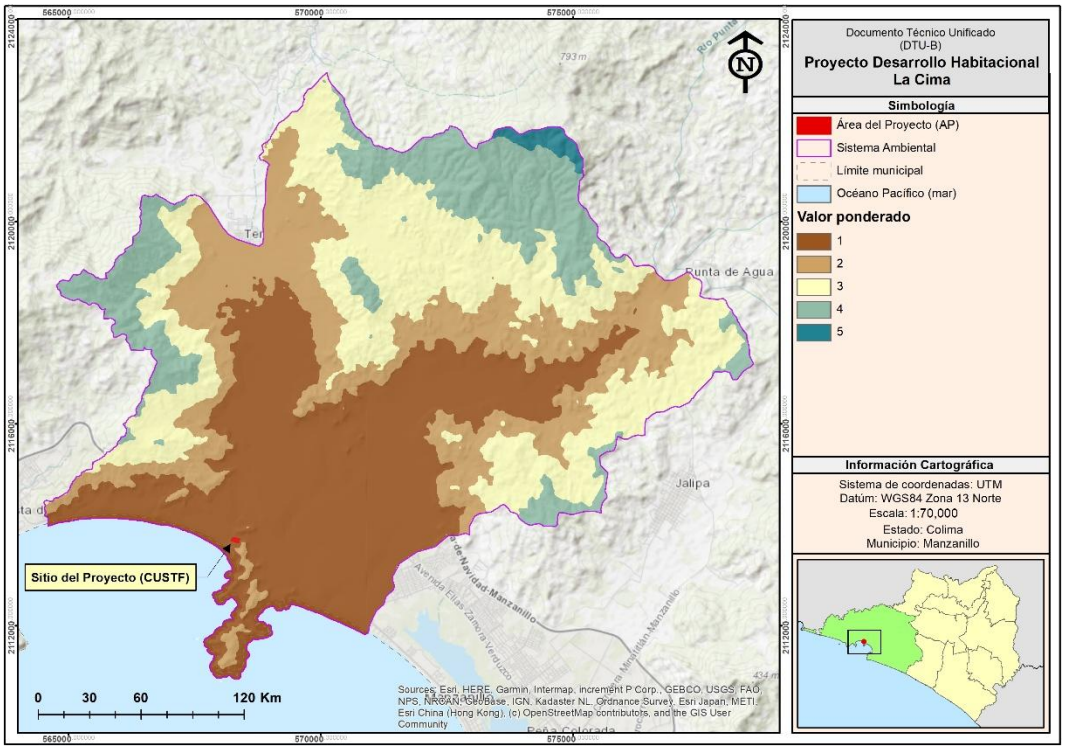


Figura 108. Mapa de ponderación del desnivel.

-Pendiente del terreno:

Se consideraron dos características fundamentales del terreno. La primera corresponde a la aptitud que puede tener para actividades agrícolas y la segunda como tierras adecuadas para la conservación de la naturaleza. Así entonces, se puede decir que los terrenos con baja o nula pendiente, suelen ser más apropiados para realizar actividades agrícolas (incluso para establecer vías de comunicación, líneas de transmisión y asentamientos humanos), mientras que los terrenos con un relieve mayormente pronunciado suelen tener nula o limitada aptitud para las actividades antes mencionadas, siendo así, tierras con mejores características para ser conservadas. En este sentido para obtener la capa del relieve del terreno se realizó el Modelo Digital de Elevación con resolución de 15 metros del INEGI, y posteriormente se convirtió el relieve en grados. La escala resultante se indica en la siguiente tabla:

Tabla 114. Valores ponderados del relieve en grados.

Relieve del terreno en grados	Valor ponderado
0	1
0 - 3	2
3 - 6	3
6 - 9	4
>9	5

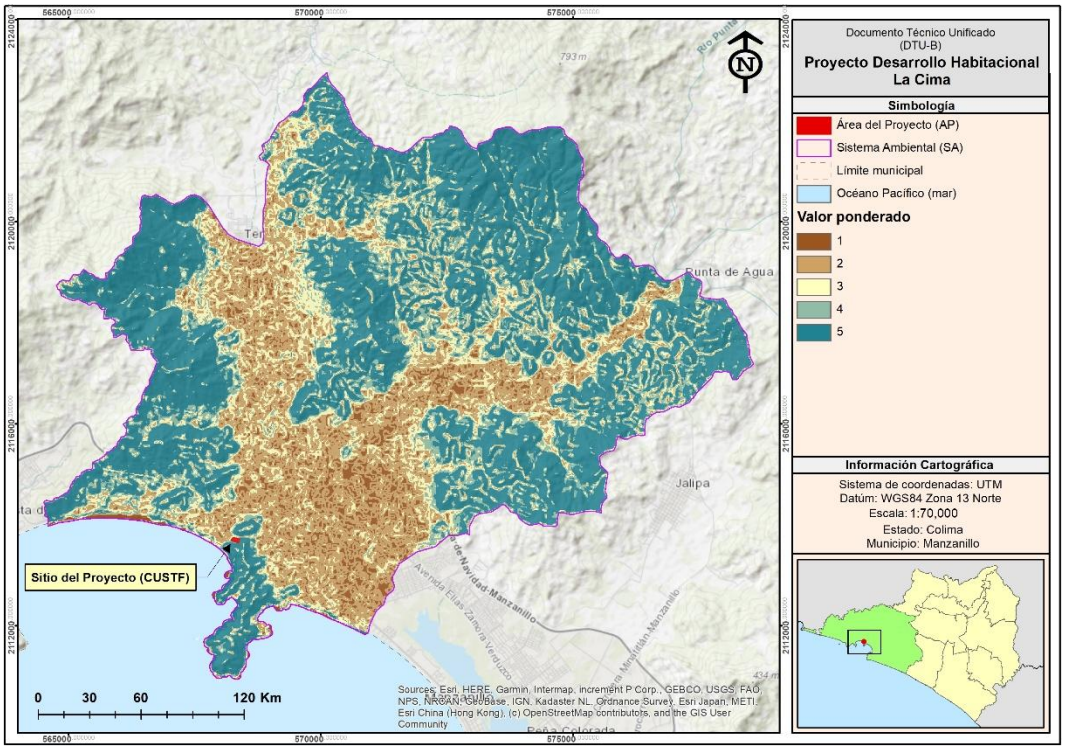


Figura 109. Mapa de ponderación de la pendiente del terreno para la calidad visual (INEGI, MDE 15 metros).

- Calidad de la vegetación

Esta variable es muy importante a la hora de determinar la calidad paisajística de una determinada zona, pues, como consecuencia de la creciente humanización del territorio, se valoran prioritariamente los parajes que conservan en un grado notable la situación previa a la acción del hombre. Dicho termino resume la diversidad de formaciones vegetales, ya que es muy diferente desde el punto de vista paisajístico en este territorio la calidad de una zona con mezclas irregulares de varias formaciones que la de una gran extensión homogénea, así como la calidad visual de cada formación, en la que se considerará mejor aquella que se acerque más a la vegetación natural, o aquellos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el entorno antrópico.

-Naturalidad:

Se reclasificaron los usos del suelo de 1 a 5, atendiendo a aspectos como naturalidad o valor ecológico. Una playa o un bosque de frondosas tendrán máxima categoría (5) mientras que un vertedero o una mina a cielo abierto tendrán categoría 1.

Tabla 115. Valoración de la naturalidad de los USV.

Uso de suelo y vegetación	Valor ponderado
Agricultura de riego anual y permanente	1
Agricultura de temporal anual	1
Agricultura de temporal anual y permanente	1
Asentamientos humanos	1
Cuerpo de agua	5
Pastizal cultivado	2
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	3

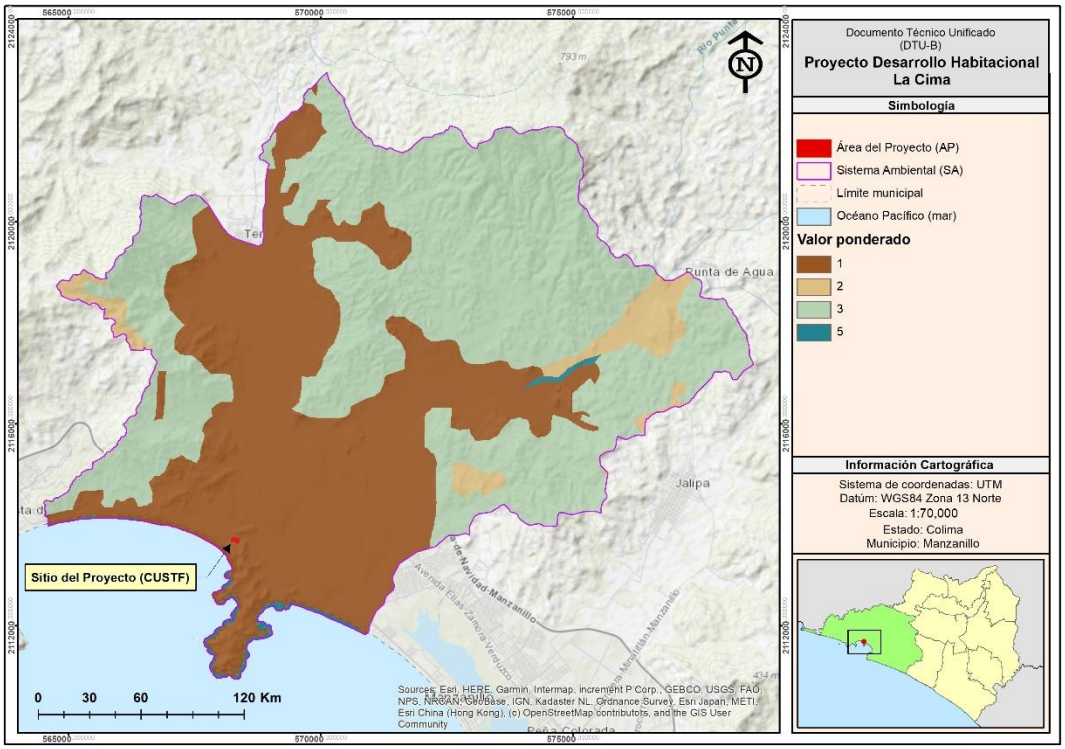


Figura 110. Mapa de ponderación de la naturalidad del USV.

- Elementos antrópicos

La abundancia en el paisaje de estructuras artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Para medir la distribución de esta variable en el territorio se han utilizado los parámetros área de influencia de las vías de comunicación terrestres (carretera, caminos, vialidades y vías férreas) y de los asentamientos humanos. No hay criterios análogos para evaluar el paisaje urbano, pues la presencia humana es inherente a ellos, aunque habría una valoración estética diferencial a favor de unidades poblacionales de menor densidad, en relación a aquellas que se ven altamente congestionadas.

-Carreteras:

Este criterio evalúa las distancias de influencia con respecto a proyectos lineales, dando el mayor peso a las zonas alejadas de vías de comunicación, mientras que la calidad va disminuyendo conforme se acerca al proyecto debido al nivel de antropización, donde los impactos y perturbaciones al medio natural van en aumento hasta la modificación total siendo esta la obra como tal con el valor mínimo de 1 (carreteras y caminos).

Tabla 116. Valoración de la distancia a vías terrestres de comunicación.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<50	1
50 - 100	2
100 - 200	3
200 – 1,000	4
>1,000	5

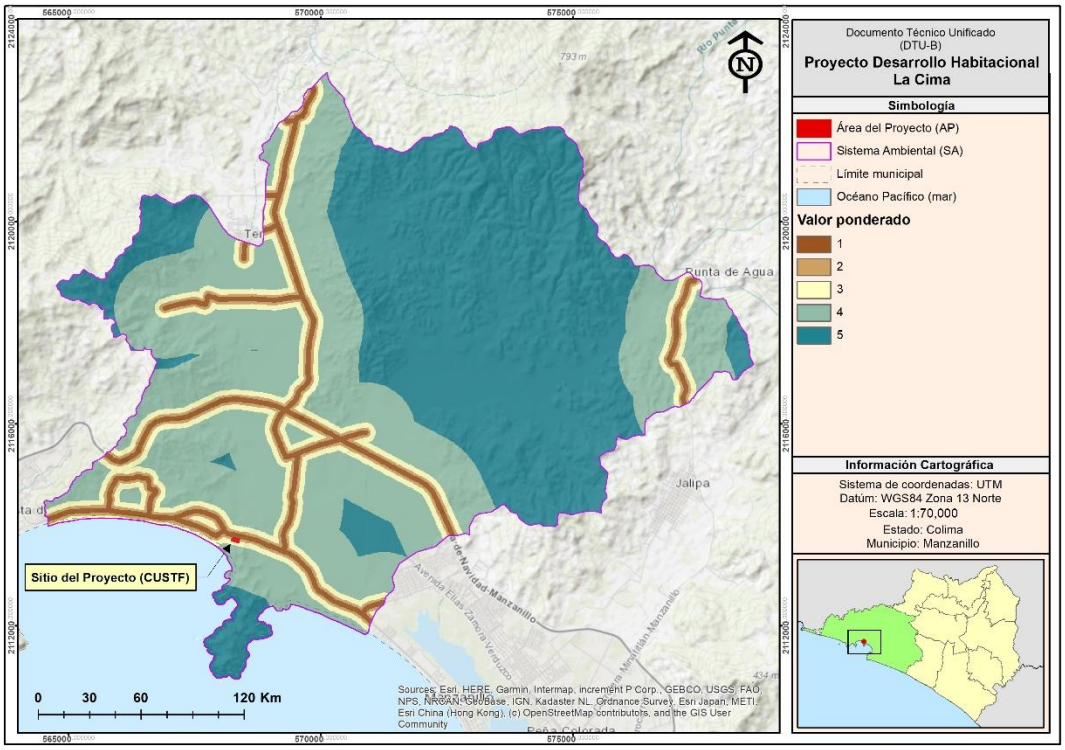


Figura 111. Mapa de ponderación de carreteras.

-Núcleos urbanos:

En este caso se consideran con mayor calidad las zonas más lejanas a los asentamientos humanos. En la práctica, se calcularon áreas de influencia de las manchas consideradas, y se definieron reclasificando las distancias en torno a cada elemento en 5 intervalos de 300 metros (valor 1 al intervalo de 0-300 metros y valor 5 a la distancia superior a 1,200 metros).

Tabla 117. Valoración de la distancia a localidades.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<300	1
300 - 600	2
600 - 900	3
900 – 1,200	4
>1,200	5

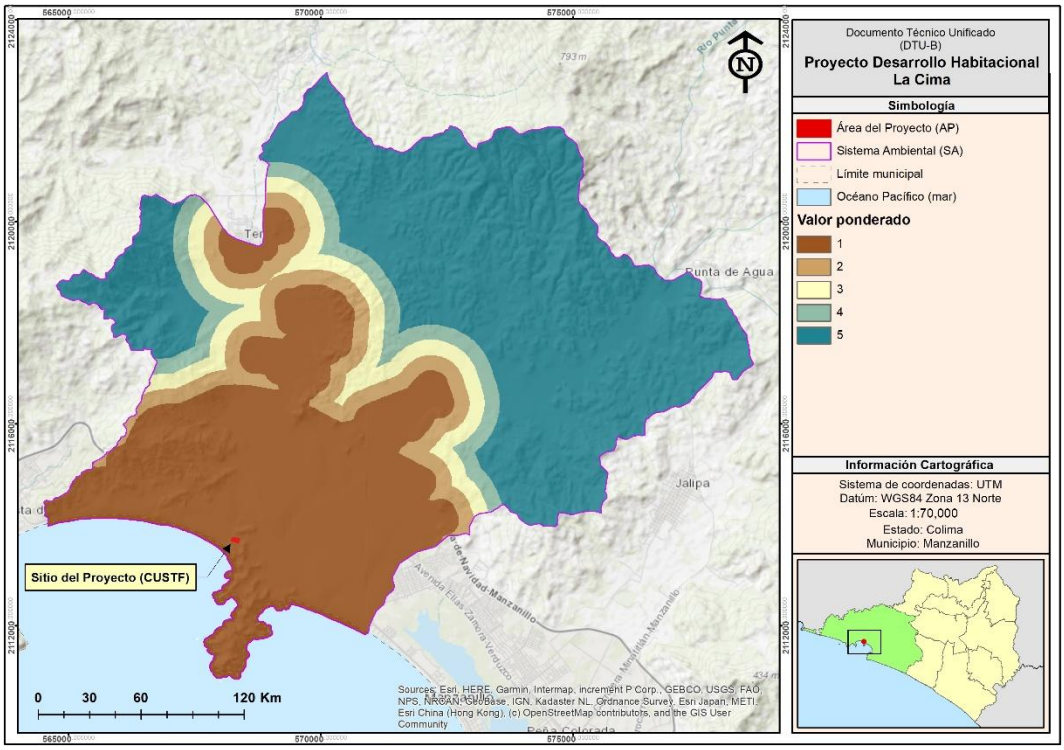


Figura 112. Mapa de ponderación de núcleos urbanos.

- Elementos protegidos

Este elemento comprende puntos geofísicos que se caracterizan por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o por otras razones de interés general. Las actividades van orientadas a la protección.

- Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre:

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza. Se establecieron distancias para ponderar dichos valores, siendo el mayor nivel 5 en la zona núcleo del área y 250 metros a la redonda, mientras que el mínimo es en un radio de >2,000 metros con un valor de 1.

Tabla 118. Valoración de la distancia a sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

Distancia (metros)	Valor ponderado
<250	5
250 - 500	4
500 – 1,000	3
1,000 – 2,000	2
>2,000	1

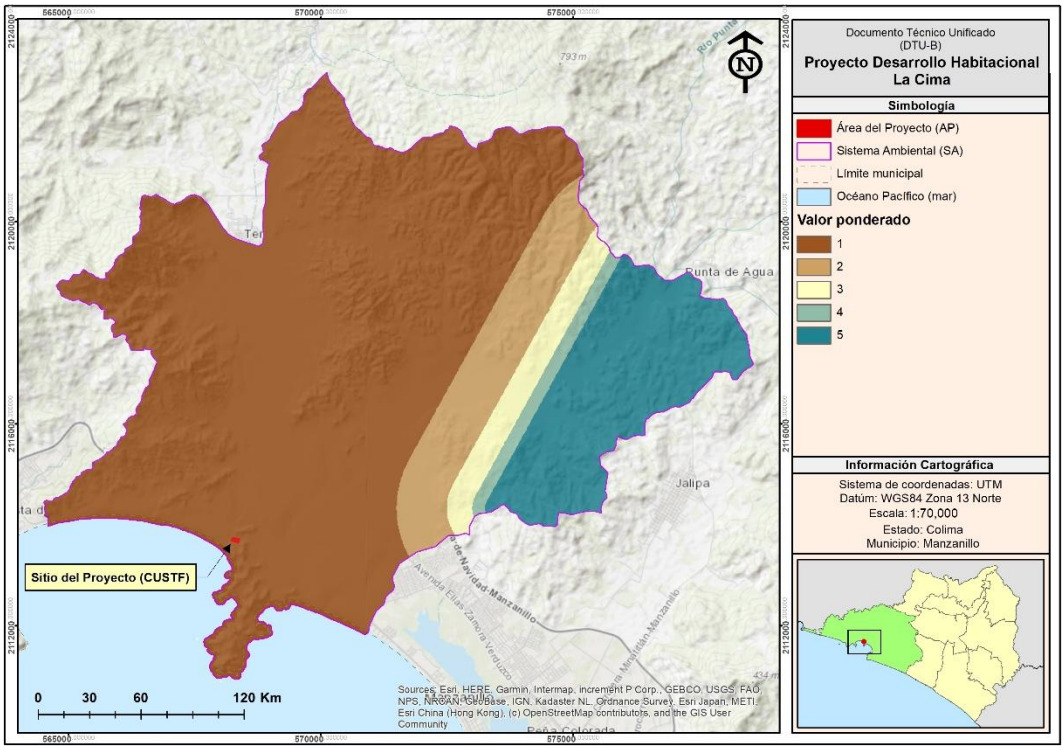


Figura 113. Mapa de ponderación de Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

- Elementos singulares

La fisiografía es uno de los aspectos que aporta una mayor distinción al paisaje, tal y como ha sido considerado en trabajos como los de Ruiz et al. (2006) y Martín y Otero (2012). Generalmente este aspecto contempla la diversidad morfológica que, en este caso, es evaluada indirectamente a través de la elevación del terreno y las topoformas del relieve.

-Escurrimientos hidrológicos (cauces):

Es ampliamente conocido que los ríos, así como su vegetación asociada a las márgenes proveen múltiples bienes y servicios ecosistémicos al ser humano y a la diversidad biológica asociada a éstos. En este sentido la cercanía o lejanía a estos ecosistemas puede repercutir en el funcionamiento de las comunidades vegetales o usos de suelo adyacentes a los cauces, además de influenciar fuertemente sobre la dispersión y desplazamiento de la fauna silvestre. Para esta capa de información se manejaron cinco rangos, los cuales se establecieron la distancia en un rango de 30, 60, 100, 200 y >200 metros por cada extremo a partir de la parte central de los cauces (eje), así mismo se comprenden únicamente los escurrimientos que presentan tributarios, ya que son los que presentan cobertura vegetal.

Tabla 119. Distancia a los escurrimientos (cauces) y valores ponderados.

Distancia (metros)	Valor ponderado
0 - 30	5
30 - 60	4
60 - 100	3
100 - 200	2
>200	1

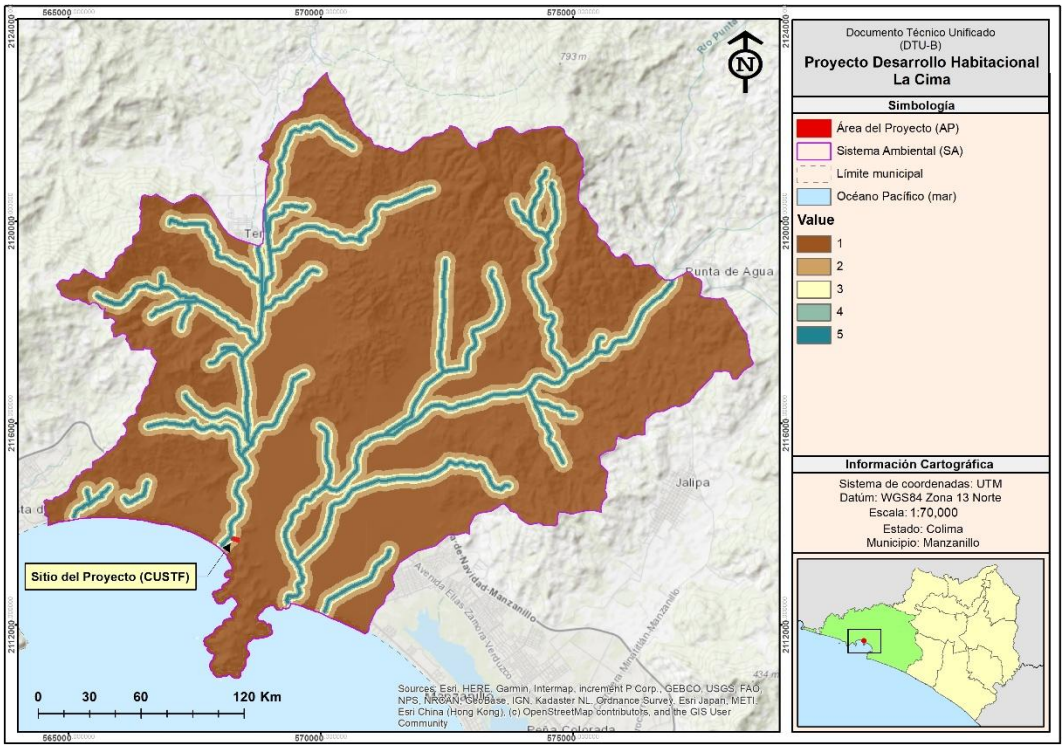


Figura 114. Mapa de ponderación de cauces.

-Cuerpos de agua:

a valoración de la presencia de cuerpos de agua y escurrimientos se realizó en función de la distancia y de su percepción visual efectiva dentro del paisaje. Se asignaron valores de 1 a 5, donde los valores más altos corresponden a áreas con presencia inmediata y dominante del elemento hídrico, y los valores bajos a zonas donde el agua no es perceptible o no contribuye de manera significativa a la calidad paisajística.

Tabla 120. Distancia a los cuerpos de agua y valores ponderados.

Distancia (metros)	Valor ponderado
0 - 100	5
100 - 300	4
300 - 600	3
600 – 1,000	2
>1,000	1

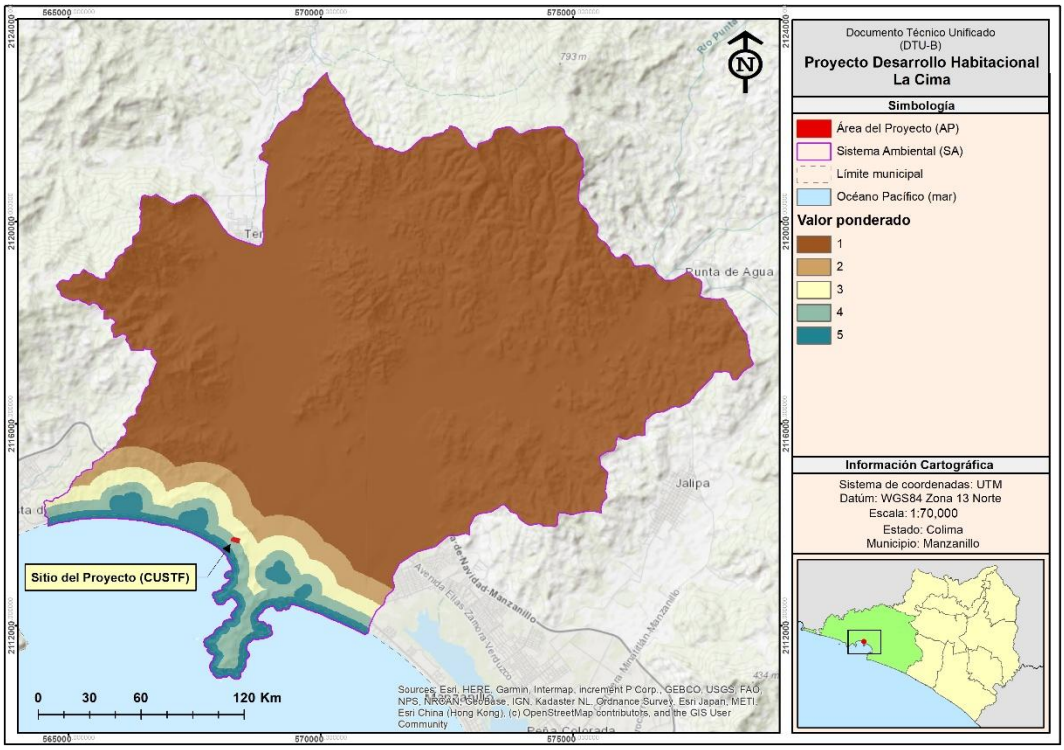


Figura 115. Mapa de ponderación de cuerpos de agua.

2.-Ponderación de los criterios

La ponderación de los criterios se define como el peso o importancia que se le atribuye a cada uno de los factores utilizados para el cálculo de la calidad visual del paisaje dentro del modelo diseñado para ello. Esta ponderación se ha llevado a cabo utilizando el método Analytic Hierarchy Process (AHP) o Método Analítico Jerárquico. Este método se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica. El método establece la importancia relativa de los elementos de cada jerarquía a partir de la matriz de comparación por pares de Saaty (1980)[103]. Esta matriz está compuesta por tantas columnas y filas como criterios componen el modelo, siempre introducidos en el mismo orden, lo que permite comparar cada factor con el resto. A cada par de variables se le asigna un valor de la escala entre 1/9 (extremadamente menos importante el primer criterio respecto al segundo) hasta 9 (extremadamente más importante el primer criterio respecto al segundo). El cálculo de los pesos se obtiene de la suma de los valores de cada columna de la matriz. Después se divide cada elemento por el total calculado para su columna, obteniendo así la matriz de normalidad, y se calcula el promedio de los elementos de cada fila de esa matriz normalizada. Los valores medios son los pesos asignados a cada criterio.

A continuación se muestra el procedimiento llevado a cabo para obtener los pesos de los criterios que conforman la calidad del paisaje. En la primera matriz se asignan los valores a cada par de variables que la componen. Por ejemplo, la fisiografía es fuertemente más importante que la vegetación natural de modo que su valor es de 7. Dado que las comparaciones son recíprocas, la vegetación natural será fuertemente menos importante que la fisiografía (1/7). En la segunda matriz se han calculado los valores de las fracciones y éstos se han sumado columna a columna. La tercera matriz es la matriz normalizada a suma 1, donde cada valor de una columna se divide por la suma de los valores de esa misma columna. Posteriormente se desarrolla el vector de prioridad de

[103] Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill, New York.

cada criterio calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. Como resultado de este proceso se obtiene el peso de cada criterio. Para facilitar las operaciones a realizar se ha utilizado la herramienta Model Builder de ArcMap.

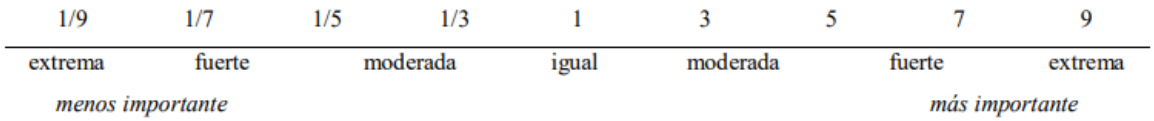


Figura 116. Escala de medidas para cuantificar las comparaciones entre factores.

Tabla 121. Pesos de la calidad calculados mediante la matriz de Saaty.

	Calidad fisiográfica	Calidad de la vegetación	Calidad de elementos antrópicos	Calidad elementos protegidos	Calidad de elementos singulares
Calidad fisiográfica	1	1	9	8	1
Calidad de la vegetación	1	1	7	4	1
Calidad de elementos antrópicos	1/9	1/7	1	3	7
Calidad elementos protegidos	1/8	1/4	1/3	1	7
Calidad de elementos singulares	1	1	1/7	1/7	1

Tabla 122. Pesos de la calidad paisajística.

	Calidad fisiográfica	Calidad de la vegetación	Calidad de elementos antrópicos	Calidad elementos protegidos	Calidad de elementos singulares	Peso (%)
Calidad fisiográfica	0.31	0.29	0.51	0.50	0.06	**35%**
Calidad de la vegetación	0.31	0.29	0.40	0.25	0.06	**35%**
Calidad de elementos antrópicos	0.03	0.04	0.06	0.19	0.41	**10%**
Calidad elementos protegidos	0.04	0.07	0.02	0.06	0.41	**10%**
Calidad de elementos singulares	0.31	0.29	0.01	0.01	0.06	**10%**
Total	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**100%**

Una vez normalizados los factores y calculados los pesos, se pasa a la integración de las capas a partir de la aplicación de un algoritmo de EMC. Entre los métodos de EMC aparecen las técnicas no compensatorias, las borrosas y las compensatorias. Las primeras suponen que los valores bajos de los criterios de las diferentes capas no pueden ser compensados entre sí; las técnicas borrosas tratan de procesar información borrosa e imprecisa y parten de la idea de que el mundo no está formado por partículas elementales indivisibles y discretas, sino que es un continuo con propiedades diferenciadas en diversas localizaciones; las últimas, las compensatorias, se basan en el precepto de que un valor alto de una alternativa en un factor puede compensar un valor bajo de la

misma alternativa en otro factor. Entre ellas aparece la Sumatoria Lineal Ponderada, la utilizada en este trabajo (Gómez y Barredo, 2005)[104]. La fórmula de la Sumatoria Lineal Ponderada es:

$$r_i = \sum_{j=1}^{n} w_j v_{ij}$$

Donde *r* es el nivel de adecuación de la alternativa, *w* es el peso del criterio y *v* es el valor normalizado del factor. Cabe añadir que *n* es el número total de criterios utilizados en la superposición ponderada que acaba ofreciendo el mapa final.

3.- Resultados

La calidad visual del paisaje se cuantificó mediante un índice compuesto que integra los valores ponderados de cada uno de los componentes evaluados. Para el cálculo se aplicó un promedio ponderado, utilizando los pesos derivados de la matriz de Saaty: Calidad fisiográfica (0.35), Calidad de la vegetación (0.30), Calidad de elementos antrópicos (0.10), Calidad de elementos protegidos (0.10) y Calidad de elementos singulares (0.15). Con ello se obtuvo un índice continuo entre 1 y 5, donde los valores mayores representan una mejor calidad visual.

Posteriormente, el índice final fue reclasificado en cinco categorías de calidad visual, que van de muy baja a muy alta, mediante los siguientes umbrales: 1.00–1.79; 1.80–2.59; 2.60–3.39; 3.40–4.19; y 4.20–5.00. Esta metodología permite integrar, de manera reproducible y transparente, criterios fisiográficos, ecológicos, antrópicos y de conservación, ajustándose al juicio experto y a la disponibilidad de información espacial.

Tabla 123. Escala de calidad visual.

Nivel de calidad	Rango de valores
Muy baja	1.00-1.79
Baja	180 – 2.59
Media	2.60 – 3.39
Alta	3.40 – 4.19
Muy alta	4.20 – 5.00

La evaluación de la calidad del paisaje en el **Sistema Ambiental (SA)** evidencia una condición predominantemente media, resultado de la interacción entre coberturas secundarias, usos agropecuarios y asentamientos humanos, combinados con remanentes de vegetación natural y elementos físicos que aún aportan valor escénico. Las áreas clasificadas con calidad media abarcan 3,656.72 ha, equivalentes al 42.88% del SA, lo que indica un paisaje con capacidad funcional y visual intermedia, donde persisten atributos naturales relevantes, aunque con signos evidentes de fragmentación y transformación antrópica. Este tipo de paisaje suele presentar potencial de integración paisajística para nuevos desarrollos, siempre que se implementen medidas de ordenamiento y mitigación. Las categorías de calidad muy baja y baja representan en conjunto 3,946.72 ha (46.29%) del SA. Estas áreas corresponden principalmente a zonas con alto grado de alteración, usos urbanos y agrícolas intensivos, baja complejidad estructural y limitada aportación ecológica y escénica. Desde el punto de vista paisajístico, estas unidades presentan menor sensibilidad visual frente a nuevas intervenciones. Por otro

[104] Gómez, J., & Barredo, J. I. (2005). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica y métodos multicriterio en la planificación territorial. Boletín de la Sociedad Geográfica, 47(2), 23-35.

lado, las áreas con calidad alta ocupan 923.84 ha, equivalentes al 10.83% del SA. Estas zonas se asocian generalmente a mejor estado de conservación, menor fragmentación y mayor valor visual y ecológico, por lo que constituyen áreas de mayor sensibilidad paisajística. No se identificaron áreas con calidad muy alta, lo que refuerza la idea de un paisaje regional ampliamente modificado.

El **Área del Proyecto**, con una superficie total de 0.9749 ha, se localiza exclusivamente en unidades de calidad paisajística baja (55.36%) y muy baja (44.64%). No se registra ocupación de áreas con calidad media, alta o muy alta. Esta distribución indica que el proyecto se emplaza en un entorno previamente transformado, con bajo valor escénico relativo y alta capacidad de absorción visual, lo cual reduce de manera significativa el potencial de impactos paisajísticos negativos a escala local y regional.

En **conclusión**, aunque el Sistema Ambiental conserva áreas puntuales de calidad paisajística alta, el proyecto evita completamente estas unidades, concentrándose en zonas de menor calidad y sensibilidad visual. Esta relación espacial es consistente con los principios de prevención y minimización del impacto, y respalda la compatibilidad del proyecto con el contexto paisajístico existente.

Tabla 124. Nivel de calidad del paisaje en el SA y AP.

Nivel de calidad	Sistema Ambiental		Área del Proyecto	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Muy baja	2,520.41	29.56%	0.4352	44.64%
Baja	1,426.31	16.73%	0.5397	55.36%
Media	3,656.72	42.88%	0	0%
Alta	923.84	10.83%	0	0%
Muy alta	0.00	0.00%	0	0%
Total	**8,527.28**	**100.00%**	**0.9749**	**100.00%**

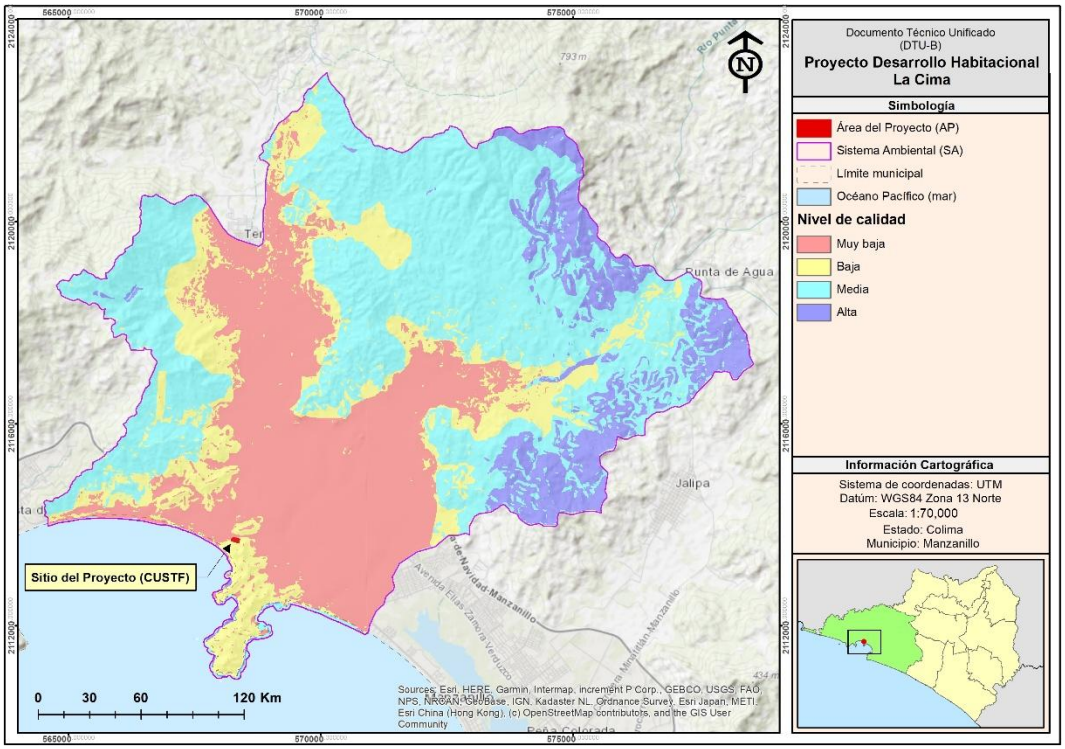


Figura 117. Mapa de Calidad del Paisaje en el SA.

IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO

Los servicios ambientales que proporcionan los recursos forestales se encuentran vinculados a la regulación de procesos naturales, tales como la producción y regulación de los recursos hídricos, el mejoramiento en la calidad del aire, la captura de carbono, el control de la erosión del suelo, el soporte esencial en la mitigación de riesgos naturales y la conservación y mantenimiento de la biodiversidad.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) define a los servicios ambientales como, *"Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbono*" (Art. 7, fracc. LXI, LGDFS).

De acuerdo con las disposiciones de esta LGDFS, se identifican **tres categorías de servicios ambientales**, resaltando la importancia de éstos para el funcionamiento del sistema de vida del planeta, tanto en el presente como a futuro, ya que contribuyen directa e indirectamente con el bienestar social y económico.

Tabla 125. Grado de afectación a los servicios ambientales del SA consecuencia del CUSTF.

Categoría	Servicio Ambiental	Descripción	Indicador de análisis (Factor de análisis)
Servicios de Provisión	Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.	Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales y bajo estatus de protección.	Conservación de la biodiversidad. Conservación de acervos genéticos.
	Obtención de productos de uso comercial de forma directa.	Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc, que pueden ser aprovechados por el hombre	Alimento Materias primas
Servicios de regulación	Retención del suelo dentro del ecosistema.	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción.	Formación y recuperación de suelos.
	Almacenamiento y retención de agua.	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos.	Captura de agua. Conservación de la calidad del agua.
	Regulación de la composición química atmosférica.	Balance de niveles de CO_2/O_2, SOx y otros gases.	Captura de carbono. Sumidero de carbono.
	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Capacidad del ecosistema de dar respuesta a adaptarse a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación.	Amortiguamiento de los impactos naturales.
	Regulación de la temperatura global, la	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros	Modulación o regulación climática.

Categoría	Servicio Ambiental	Descripción	Indicador de análisis (Factor de análisis)
	precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global	procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulación de gases de efectos invernadero.	Conservación de la fertilidad del suelo Conservación física del suelo
Servicios culturales	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas.	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema.	Belleza paisajística. Medio para ecoturismo

Para hacer una valoración de los servicios ambientales generados en el área del proyecto, es necesario, entre otras cosas, un buen entendimiento de cuáles son los servicios ambientales que puede ofrecer el tipo vegetación forestal que se tiene, quiénes se benefician de dichos servicios y en qué condiciones lo hacen, así como entender la manera en que cambian dichos servicios cuando se pierde la cubierta forestal, por lo que en la Tabla 3 se hace una valoración de estos para identificar los servicios más significativos en el área del proyecto y la escala de los mismos.

El grado de afectación a los servicios ambientales se determinó mediante un **enjuiciamiento cualitativo** basado en **cinco criterios** del estado actual del ecosistema en la unidad de análisis:

1. **Abundancia** (presencia y continuidad de la vegetación y sus elementos).
2. **Cobertura de copa** (capacidad del dosel para interceptar lluvia, generar microclima y sostener hábitat).
3. **Cobertura de suelo** (hojarasca, herbáceas y/o cobertura que protege el suelo contra erosión y favorece infiltración).
4. **Tipo de especies y su función en el ecosistema** (proporción de especies nativas, estructura funcional, aporte al hábitat y procesos ecológicos).
5. **Tipo de suelos** (susceptibilidad a erosión, capacidad de infiltración/retención y fragilidad ante remoción/compactación).

Para cada criterio se aplicó una escala **0 a 3**, donde:

- **0** = importancia/afectación **mínima**
- **1** = importancia/afectación **baja**
- **2** = importancia/afectación **media**
- **3** = importancia/afectación **alta (máxima)**

Con base en la condición observada en la SBC de la unidad de análisis y el tipo de intervención asociada al **CUSTF** (remoción de vegetación, movimiento/compactación de suelo, incremento de superficies impermeables), se asignaron dos calificaciones por servicio ambiental:

- **Importancia del servicio (estado actual)**: qué tan relevante es ese servicio en el sitio.
- **Grado de afectación**: qué tanto se impacta ese servicio por la pérdida/alteración de la cobertura y del suelo.

En términos prácticos: en una SBC, los servicios ligados a **suelo y agua** suelen ser muy sensibles localmente; sin embargo, al tratarse de **0.9308 ha**, el impacto a escala regional tiende a ser menor, pero **localmente** puede ser significativo en procesos como erosión/infiltración, microhábitat y paisaje.

Tabla 126. Grado de afectación a los servicios ambientales de la cuenca a consecuencia del CUSTF.

Factor	Bien o servicio ambiental	Descripción del servicio ambiental	Importancia del servicio actual	Grado de afectación
1. Almacenamiento y retención de agua.	Captura de agua.	La SBC favorece infiltración y retención por cobertura y estructura del suelo; el CUSTF reduce infiltración y aumenta escorrentía **a escala local**, pero por el tamaño del predio la afectación se clasifica **baja**.	3	1
2. Regulación de la composición química atmosférica.	Captura de carbono. Sumidero de carbono.	La vegetación almacena carbono (biomasa/suelo); la remoción implica pérdida de captación y parte del stock; por superficie limitada se clasifica **afectación baja**	2	1
3. Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Amortiguamiento de los impactos naturales.	Capacidad del ecosistema de dar respuesta a adaptarse a fluctuaciones ambientales brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales principalmente controlados por la estructura de la vegetación. La cobertura reduce vulnerabilidad a erosión y amortigua efectos de lluvia intensa; la alteración incrementa susceptibilidad, pero por el área se valora como **baja**.	3	1
4. Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Modulación o regulación climática.	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulación de gases de efectos invernadero. A escala regional, 0.9308 ha no modifica clima; el efecto microclimático es local y se considera de **baja importancia** y **afectación mínima**.	1	0
5. Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.	Conservación de la biodiversidad. Conservación de acervos genéticos. Provisión de hábitats de especies silvestres y de valor comercial.	Desempeña papel de semillero, hábitat de especies regionales y locales y bajo estatus de protección. La SBC aporta hábitat y conectividad; el desmonte fragmenta y desplaza fauna/flora	2	1

Factor	Bien o servicio ambiental	Descripción del servicio ambiental	Importancia del servicio actual	Grado de afectación
		local; por área y posibilidad de medidas de manejo, la afectación se clasifica **baja**.		
6. Retención del suelo dentro del ecosistema.	Formación y recuperación de suelos. Conservación de la fertilidad del suelo Conservación física del suelo	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción. Servicio crítico: cobertura y raíces estabilizan el suelo; el CUSTF incrementa riesgo de erosión/compactación. Se clasifica **baja** por escala, pero es un servicio **muy importante** y sensible	3	1
7. Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas.	Belleza paisajística. Medio para ecoturismo.	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, caza, pesca deportiva, campismo, observadores de aves y otras actividades de aprovechamiento no extractivo. Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema. El paisaje y la naturalidad del sitio pueden cambiar de forma evidente por urbanización/torres; aquí se estima **afectación media**, por su alta percepción visual y pérdida de naturalidad local.	3	2
8. Obtención de productos de uso comercial de forma directa.	Alimento Materias primas	Proveer de materias primas tales como resinas, maderas, alimentos, agua, etc, que pueden ser aprovechados por el hombre La SBC puede aportar productos directos (uso local), pero el CUSTF reduce esa disponibilidad en el sitio; afectación **baja** por escala y por no ser el uso principal del predio.	2	1

Interpretación integrada del grado de afectación

- **Patrón general:** Predomina una **afectación baja (1)** en la mayoría de los servicios, con **afectación media (2)** en **belleza paisajística** y **afectación mínima (0)** en regulación climática.
- **Servicios más sensibles localmente: retención de suelo** y **captura/retención de agua**, porque dependen directamente de la cobertura vegetal y del estado físico del suelo; aunque la calificación global se mantiene baja por el tamaño del área, el efecto **en el sitio** puede ser relevante si no se controlan escurrimientos, erosión y compactación.

- **Servicio con mayor afectación estimada: belleza paisajística (2)**, debido a que el cambio de cobertura natural a infraestructura urbana altera de forma notable la percepción escénica y la naturalidad del entorno inmediato.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo forestal solicitado para una superficie de **0.9308 ha**, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en el Sistema Ambiental y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental, por lo que se detalla el análisis de cada servicio en los siguientes puntos.

Para mantener la afectación dentro de niveles **bajos** y evitar que servicios como **suelo y agua** escalen a afectación **media o alta**, el proyecto debe priorizar medidas típicas de operación ambiental:

- **Conservación de suelo**: rescate de capa superficial (tierra vegetal), control de erosión, estabilización de taludes, barreras de sedimentos.
- **Manejo pluvial**: obras de infiltración/retención (zanjas de infiltración), conducción adecuada y mantenimiento.
- **Conservación de elementos de vegetación**: mantener franjas o parches cuando sea viable, y reforestación con nativas para recuperar funciones.
- **Paisaje**: diseño de áreas verdes con especies nativas y pantallas vegetales para amortiguar el impacto visual.

IV.3.1 ALMACENAMIENTO Y RETENCIÓN DE AGUA

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, misma que representa una fuente importante para el desarrollo y supervivencia del ser humano a través de la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos.

El proyecto Desarrollo Habitacional La Cima considera una serie de medidas de mitigación, mismas que se describen y detallan en el capítulo VI, con las cuales no se tendrá afectaciones en el balance hidrológico dentro del sitio del proyecto, mitigando la disminución de la infiltración, revirtiendo dentro del mismo proyecto cualquier impacto hacia el almacenamiento y la retención del agua, lo cual hace un proyecto sustentable en el recurso hídrico que se tiene dentro del Sistema Ambiental. Estas obras diseñadas conforme a la dimensión del proyecto de desarrollo y el volumen de agua que será reintroducido al suelo con obras de infiltración y un manejo adecuado de las escorrentías.

Las áreas forestales filtran y limpian el agua, amortiguan las lluvias fuertes que de otra manera erosionarían los suelos, y mantienen en su lugar los bancos de los ríos. A su vez, el agua transporta nutrientes disueltos y los distribuye por todo el suelo del bosque. Los bosques actúan como "esponjas", capaces de recoger y almacenar grandes cantidades del agua de lluvia, aproximadamente absorben cuatro veces más agua de lluvia que los suelos cubiertos por pastos, y 18 veces más que el suelo desnudo. Un acuífero, que se muestra en la siguiente figura se observa acuíferos no confinados como confinados. El acuífero no confinado se encuentra justo debajo de la capa freática, recibiendo agua directamente de las precipitaciones o aguas superficiales como ríos y lagos. Bajo una capa de arcilla impermeable, el acuífero confinado está atrapado bajo presión, y el agua en él puede elevarse a través de un pozo artesiano sin bombear. El diagrama también muestra cómo características superficiales como ríos y lagos están interconectados con sistemas de agua subterránea, destacando cómo el agua se mueve a través de capas porosas sobre el lecho de roca en un ciclo subterráneo continuo.

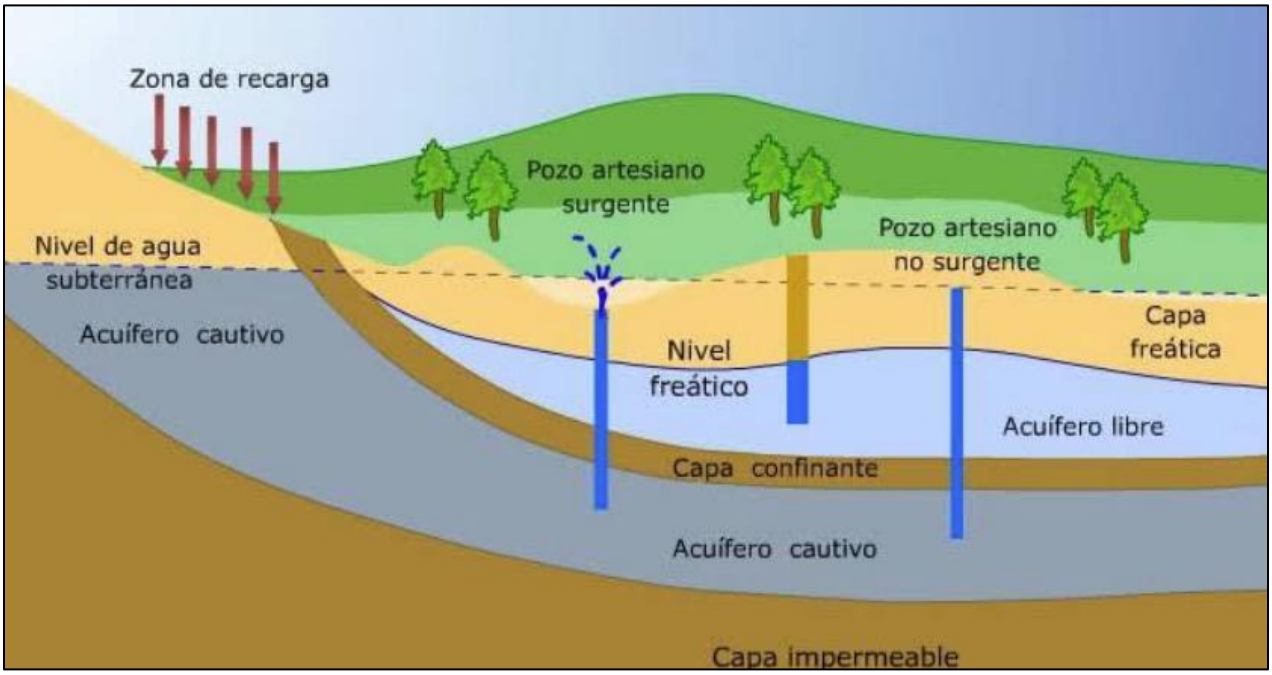


Figura 118. Corte transversal de un acuífero.

El agua subterránea es una parte integral del ciclo del agua e inicia su formación con la precipitación sobre la superficie. Los escurrimientos de la lluvia van directamente a los lagos y arroyos. Parte del agua que se filtra en la tierra es usada por las plantas para la transpiración. El agua restante, llamada de recarga, es llevada a través del suelo a la zona saturada, donde llena todos los espacios del suelo y de las rocas, a lo que se denominan acuíferos.

Los acuíferos se generan debido a la infiltración del agua (lluvia, escorrentía, excedentes de riego) por la superficie del terreno; transportan agua, materia y energía, por debajo de la superficie del terreno, desde zonas altas de las cuencas a zonas más bajas; de forma natural descargan a la superficie tanto en forma líquida (a través de manantiales, arroyos, ríos, humedales o al mar) como en forma gaseosa (a través de evaporación y evapotranspiración), generando condiciones para la existencia de muchos ecosistemas superficiales; también salen a la superficie al ser extraídas por el ser humano a través de pozos, sondeos, galerías y drenes.

La mayor parte de los acuíferos se recargan de manera natural por las precipitaciones pluviales que se infiltra por el suelo y la roca, en mayor proporción en las partes altas de las cuencas hidrográficas. Cualquier superficie de tierra que deja pasar el agua se denominan áreas de recarga, atraviesa su manto freático, y llega al área de descarga, como parte del ciclo hidrológico. Las áreas de descarga son pozos, manantiales y ojos de agua, lagos, géiseres, corrientes fluviales y océanos. La dirección del flujo del agua subterránea, de las áreas de recarga a las de descarga depende de la fuerza de gravedad, presión y fricción.

El agua subterránea se agota cuando se consume más agua de la que se repone en el acuífero. Esto provoca, que el manto freático disminuya, por sobre-explotación o por la disminución de la recarga, por lo que se hace más difícil y cara de extraer.

De acuerdo con lo anterior, las zonas de recarga de los acuíferos se ubican en las partes en las partes altas de la cuenca (1,000 a 2,000 msnmm), mientras que en las zonas bajas es donde se aprovechan esas aguas. Para el caso del área de CUSTF que se afectará por la operación del "**Desarrollo Habitacional La Cima"** se ubican en la zona forestal que sustenta Vegetación de Selva Baja Caducifolia, en una zona conformada por un sistema de elevaciones bajas, aun cuando esté en la parte baja de la cuenca por lo que se considera como de moderada

importancia área de recarga de agua, aunque en la región no se tengan acuíferos consolidados y presenta una posibilidad baja.

El **acuífero Santiago-Salagua** definido con clave 0609 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción occidental del estado de Colima, entre los paralelos 19° 05' y 19°15' de latitud norte y entre los meridianos 104° 08' y 104° 26' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 262 km^2.

Las corrientes superficiales del acuífero son los arroyos Chandiablo y Punta de Agua, los cuales nacen en la zona montañosa que delimita al acuífero, presentan drenaje principalmente de tipo subparalelo y rectangular, controlado por el marco litológico y estructural. En la zona costera se localiza una serie de cuerpos lagunares, entre los que destaca la Laguna Las Garzas, compartida con el Acuífero Jalipa-Tapeixtles, y otras de menores dimensiones ubicadas en las comunidades Santiago y Salagua.

A nivel regional, en el área de estudio afloran elementos del Terreno Guerrero, cuya la base de la columna geológica corresponde a rocas metamórficas de probable edad Paleozoico Superior y cuarcitas y metasedimentos de edad Jurásico Superior. Se presentan afloramientos de andesitas de textura afanítica, tobas y brechas que corresponden al macizo volcánico del arco de Zihuatanejo, de edad Aptiano-Albiano, así como una unidad constituida por brechas andesíticas, de edad Aptiano, conocida como Brecha Jalisco. Sobre las unidades anteriores se encuentran varios conjuntos litológicos, como la Formación Tepalcatepec, constituida por una secuencia vulcanosedimentaria de edad AptianoCenomaniano, así como la Formación Madrid, conformada por calizas y lutitas de edad Aptiano Superior–Albiano.

Con base en los estudios hidrogeológicos realizados, los sondeos geofísicos y la información de la geología superficial, es posible establecer que el acuífero es de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, con presencia de condiciones locales de semiconfinamiento debido a la existencia de sedimentos lacustres en las zonas cercanas a las lagunas.

Está integrado, en su porción superior por un medio granular constituido por sedimentos clásticos de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar más de cien metros en la porción centro sur del acuífero; en su porción inferior por rocas volcánicas, sedimentarias y vulcanosedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y alteración.

En este caso, por su ubicación del proyecto con respecto a la cuenca el almacenamiento y retención de agua, se identifica como un **servicio de importancia de nivel moderado**, primordialmente por su ubicación en la parte baja de la cuenca donde la recarga del acuífero es casi nula, con un **nivel medio de afectación,** aunque pequeño debido a las dimensiones de este (**0.9749 ha**) con respecto a la superficie del acuífero el cual es de 26,210 ha, además de que es importante mencionar que el proyecto.

De acuerdo con la información de la Comisión Nacional del Agua, el proyecto se localiza en los siguientes acuíferos:

Tabla 127. Acuífero del área de proyecto.

Clave	Nombre	Superficie km^2
0609	Santiago-Salagua	262

La disponibilidad de agua subterránea del acuífero se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 128. Acuífero del área de proyecto.

Clave	Nombre	R	DNC	VEAS	DMA	Déficit
0609	Saniago-Salagua	24.6	6.1	21.61833	-3.11833	3.11833

Notas: Valores en millones de metros cúbicos

Fuente: Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, publicado en el DOF en diciembre del 2024. R: Recarga Media Anual, DMA: Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea; DNC: Descarga Natural Comprometida; VEAS: Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas. Las definiciones de estos términos son las contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Para confirmar, el grado de afectación que puede tener el proyecto en la recarga de los acuíferos, es importante conocer el grado de infiltración que actualmente se genera en las **0.9308 ha forestales** de superficie que se requiere para el CUSTF, por lo que se realizó una estimación de la infiltración de esta área.

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.

Al eliminar la vegetación junto con sus raíces, la infiltración se reduce enormemente lo que hace que predominen los cursos de agua superficiales. Estos resultados confirman que el efecto de retardo fundamental de la vegetación sobre las crecidas se deriva del desarrollo de un "suelo forestal" constituido por capas de hojarasca o "litter", diferentes humus, contribuyendo eficazmente a la dotación de una gran capacidad de infiltración, la formación de condiciones especiales de permeabilidad por el crecimiento de raíces, el desarrollo de macroporosidad a través de los cuales van los flujos preferenciales y una profundidad efectiva que favorece la capacidad de almacenamiento del agua. Por tanto, en una cuenca hidrográfica el funcionamiento hidrológico depende del comportamiento del agua en la zona vadosa y el agua subterránea que forma los acuíferos, y de la dinámica del flujo subsuperficial que alimenta las corrientes de agua.

El ciclo hidrológico es un proceso de circulación natural para el agua cuando se mueve desde la atmósfera, en y a través de la tierra como las aguas superficiales y las aguas subterráneas, y de vuelta a la atmósfera. El agua cambiará de estado (sólido, líquido, gas) durante el ciclo y contribuirá a cada etapa de manera diferente sobre una base diaria, estacional y anual.

Este proceso cíclico puede accederse a través de la evaluación de un balance de agua que equilibra el ingreso de agua en forma de precipitación, el flujo de agua, y el movimiento del agua subterránea con la salida de agua como evapotranspiración, el flujo de agua de la superficie y el uso, el movimiento del agua subterránea y el uso de la superficie, así como un cambio en el almacenamiento de agua dentro de los cuerpos de agua y en el subsuelo.

La determinación de cada uno de los componentes en el balance de agua proporcionará una comprensión del equilibrio del agua, y proporcionará las condiciones de referencia para evaluar los cambios de uso del suelo.

La cantidad de agua que se mueve a través del ciclo hidrológico está en constante cambio, lo que se traduce en un ajuste continuo del volumen de los componentes que conforman el balance de agua con el fin de mantener el "equilibrio". Por ejemplo, durante el verano mayores cantidades de precipitación normalmente aumentan la cantidad de flujo de agua superficial y los niveles de agua subterránea. Durante el invierno, menos precipitación y mayores cantidades de evapotranspiración pueden resultar en arroyos y flujos de agua secos y niveles inferiores de agua en el terreno. La calidad del agua cambia a medida que la cantidad de agua subterránea y agua superficial fluctúa estacionalmente y afecta a procesos tales como la dilución, la erosión y disolución del suelo y las rocas. El entorno natural se adapta a estos cambios naturales en las condiciones de los recursos de agua.

Un balance de agua constituye la base para la comprensión y la simulación de un sistema de agua natural. Es una aproximación numérica del ciclo hidrológico en el que el agua circula desde la atmósfera, en y a través de la tierra como las aguas superficiales y las aguas subterráneas, y de vuelta a la atmósfera. El balance de agua equilibra la

entrada de agua con la salida de agua, así como cualquier cambio en el almacenamiento de agua dentro de los cuerpos de agua y el subsuelo. Esencialmente, la cantidad total de agua que entra en un área definida debe ser igual al volumen de agua que sale de la misma área, con cualquier diferencia reflejada en un cambio en la cantidad de agua almacenada.

ENTRADA	=	SALIDA	+	ALMACENAMIENTO
Precipitaciones + Ingreso flujo de agua superficial + Ingreso en el movimiento del agua subterránea		Evapotranspiración + Egreso de flujo de agua superficie + Egreso en movimiento del agua subterránea		Cambio en agua superficial y Almacenamiento de agua subterránea

Determinando el equilibrio de los diversos componentes del presupuesto de agua que existen en la actualidad y entender cómo responden las condiciones de los recursos de agua, el balance de agua se puede utilizar para predecir los efectos de los cambios naturales o provocados por el hombre en el sistema de agua a los recursos hídricos mientras el "equilibrio" se mantiene.

Cálculo de la infiltración 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 = 8,707– (305+5,679+358) =2,365 m^3

La infiltración total dentro del predio donde se encuentra el proyecto es de **2,365 $m^{3/}$año** en las **0.9308 ha** lo que representa un 25.54% del total de agua captada en la zona.

Escenario de la captación de agua con la ejecución del proyecto sin restauración

Con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal que afectará la cobertura forestal en **0.9308 ha**, por la pérdida de la cubierta vegetal disminuirá la capacidad de infiltración, por lo que para determinar el volumen que se dejaría de infiltrar, se utilizó la misma metodología del balance hidrológico, con la modificación de las variables de Intercepción y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación **(Infiltración = P – (Int + Ev + E)).**

Para no ser repetitivos en la metodología del presente estudio, solamente se presentan las tablas de los cálculos de intercepción y escurrimiento con el CUSTF, con una sola cobertura, debido a que ya se carece de vegetación.

Intercepción con el desmonte

Tabla 129. Intercepción de la vegetación escenario con proyecto de CUSTF.

Cubierta	Área (ha)	Agua Precipitada (m^3)	Cobertura de la vegetación	Agua captada por la cobertura (m^3)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m^3)
Área de CUSTF	0.9308	8,707	0.00	0.00	0.05	0.00
Total	**0.9308**	**8,707**		**0.00**		**0.00**

Escurrimiento con el desmonte

Tabla 130. Escurrimiento del escenario con proyecto de CUSTF

Cubierta	Área (ha)	Agua Precipitada (m^3)	Cobertura de la vegetación	Factor K Suelo A (suelo desnudo)	Coeficiente de escurrimiento	Escurrimiento (m^3)
Área de CUSTF	0.9308	8,707	0	0.26	0.162	1,414
Total	**0.9308**	**8,707**				**1,414**

Con base en las modificaciones realizadas anteriormente y considerando que no se tendría vegetación forestal, se tiene el siguiente balance:

Infiltración= 8,707 – (0+ 5,679+1,414) = 1,614 m^3

Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) **se tendría una disminución de 751 m^3 (2,365 – 1,614)** 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 CUSTF.**

Tabla 131. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios.

Infiltración actual (m^3)	Infiltración con CUSTF (m^3)	Diferencia (m^3)
2,365	1,614	-751

Para compensar la infiltración disminuida a causa del CUSTF se proponen medidas de mitigación que se detallan en el capítulo VI que corresponde a la restauración del sitio del proyecto y de un área de compensación adicional a través de la reforestación con especies nativas.

Escenario de la captación de agua con la ejecución del proyecto con restauración

Para mitigar el impacto de pérdida de suelo se ha previsto una serie de acciones que incrementará la infiltración a través de dos acciones puntuales:

1. Zanjas de infiltración aguas abajo del sitio del proyecto, con una capacidad mayor a la pérdida causada por el desmonte, con esta obra que se describe más adelante captará el agua proveniente del sitio del proyecto, logrando la infiltración del 100% del agua que entra al área del proyecto (0.9749 ha); por lo que no se verá afectada la infiltración a causa del CUSTF.
2. Programa de reforestación en el predio de compensación adicional, donde el uso de suelo actual no es forestal por lo que la cobertura se estaría incrementando, con lo cual se estaría mejorando la cobertura del suelo y adicionalmente la captación de sedimentos y agua, que tiene por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión y en la infiltración, las acciones parten de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a ocasionar por el desmonte y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto. Esta acción es la forma de retribuir al medio ambiente los servicios ambientales que nos proporciona de forma adicional a la infiltración de la zanja por lo que los volúmenes a captar por esta obra serán adicionales a los que existen actualmente.
3. Adicional y en conjunto con la reforestación se pretende la construcción de 1,411 terrazas individuales en las 1.1 ha de reforestación en el predio de compensación adicional, como medida de captación del agua, promoviendo la infiltración y la captación de sedimentos; con lo cual se revierte el impacto a generar en el sitio de CUSTF por el desmonte.
4. Barreras de material muerto en el predio de compensación adicional, en específico aguas abajo se llevará acabo la reforestación, con esta obra que se describe en el programa anexo captarán los escurrimientos del agua proveniente de la parte alta, logrando un aumento en la infiltración; por lo que es una medida de mitigación que coadyubará en infiltración a causa del CUSTF.

Por lo anterior, se identificaron acciones concretas como medida para compensar ambientalmente la infiltración a causa del CUSTF, mismo que se ubica dentro del Sistema Ambiental del proyecto, en donde el promovente cuenta con la posibilidad de realizar las actividades de restauración con las siguientes acciones y superficies:

Tabla 132. Actividades de mitigación y compensación.

Acción o actividad	Unidad	Cantidad
Construcción zanjas de infiltración aguas abajo del sitio del proyecto	Zanja	25
Construcción de barreras de material muerto	M.L.	800
Sitio de compensación adicional que se encuentra actualmente disminuido en su cobertura	Ha	1.1
Construcción de terrazas individuales en el predio de compensación	Terraza	1,411

1) Construcción de zanjas de infiltración

Como medida de mitigación del impacto ambiental por la reducción de la infiltración hacia el recurso ambiental agua, se ha diseñado la construcción de "zanjas de infiltración" aguas abajo del proyecto, hacia la parte norte y oeste del proyecto, estas obras darán una infiltración adicional con lo que se compensará la infiltración perdida por el CUSTF, estas obras tienen por objeto aumentar la infiltración y la retención de suelo dentro del área del proyecto con lo cual se logrará compensar este impacto dentro del sitio del proyecto. Las zanjas de infiltración tendrán las siguientes funciones:

- Reducir la erosión hídrica.
- Interceptar los escurrimientos superficiales.
- Incrementar la infiltración del agua de lluvia.
- Auxiliar a la reforestación en la sobrevivencia de especies vegetales en la etapa de restauración.

El agua al interior del proyecto será conducida por una serie de cunetas la cual llevará el agua fuera del sitio del proyecto, misma que será infiltrada por las zanjas de infiltración, estas zanjas tendrá una **capacidad de diseño 128 m^3** con este volumen se logra captar el 100% de las precipitaciones máximas en una hora para un periodo de retorno de 10 años, esta zanja fue diseñada para no emitir sedimentos fuera del predio porque se logra compensar la disminución de la infiltración a causa del CUSTF, el cual es de **751 m^3 que se dejarían de infiltrar** por el proyecto.

En el diseño de esta obra, se debe considerar al recurso agua como el elemento más importante de administrar, ya que es posible controlar el volumen y la velocidad de los escurrimientos superficiales mediante el uso de zanjas de infiltración. Estas zanjas benefician directamente al suelo al evitar erosión y promover mayor supervivencia del área de escurrimiento, esto es, la superficie de aguas arriba de la zanja, por donde escurre el agua precipitada que llega del manejo hidráulico de las aguas del sitio del proyecto.

Primer paso. Las zanjas de infiltración se construyen siguiendo una curva a nivel previamente trazada con apoyo del aparato "A" o nivel de manguera, formando una línea guía con estacas o cal en polvo.

Segundo paso. Se coloca una marca cada 2 metros, en promedio, que corresponde a la distancia calculada y que se ajusta de acuerdo con las condiciones topográficas de cada terreno.

Tercer paso. Se procede a la excavación con una retroexcavadora. Es recomendable depositar el suelo, producto de la excavación, aguas abajo, formando un bordo de una longitud igual a la de la zanja, y se debe compactar para evitar que la corriente arrastre el suelo.

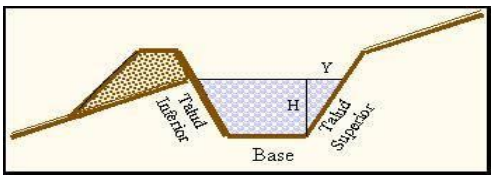


Figura 119. Diseño de zanja de infiltración.

Cuarto paso. Es conveniente considerar las medidas recomendables en zanja de infiltración, ya que la pendiente del terreno puede afectar sus dimensiones al momento de su construcción.

Quinto paso. La longitud de las zanjas de infiltración es de mínimo 8 metros ubicadas en la zona baja del sitio del proyecto siguiendo una forma trapezoidal, se tiene contemplada la construcción de 25 zanjas.

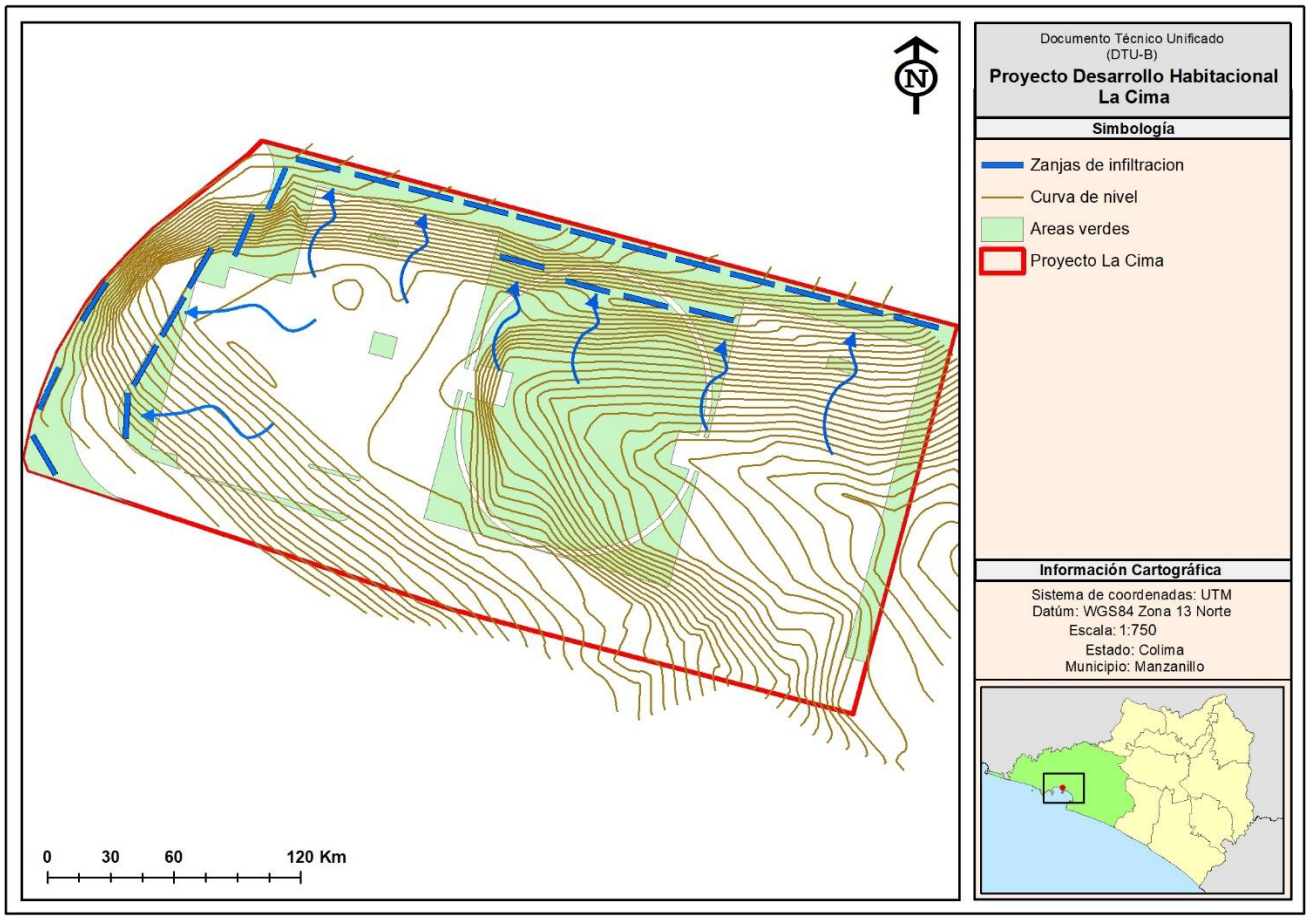


Figura 120. Ubicación de la zanja de infiltración.

Sexto paso. El adecuado funcionamiento de la zanja de infiltración depende del mantenimiento de la obra, ya que los procesos de sedimentación disminuyen la capacidad de captación de agua de lluvia, así como también reducen el tiempo de vida útil para el que fueron construidas. Por ello, es conveniente que se desalojen los sedimentos acumulados durante la vida útil del proyecto, es decir 3 años, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas (del suelo). Para el cálculo de la capacidad de diseño fuera suficiente de acuerdo a las condiciones topográficas, edafológicas, pendiente y precipitación se utilizó el software MAUCO (se anexa

memoria de cálculo) se realizó considerando la zanja de mayor longitud, por lo que para las otras dos zanjas estará sobrada las medidas aquí calculadas.

Tabla 133. Dimensiones de la zanja de infiltración.

Longitud			Ancho Superior (m)	Talud superior (aguas arriba)			Talud Inferior (aguas abajo)		
Zanjas de Infiltración	Base (m)	Altura (m)		1:Z	Angulo (grados)	Longitud	1:Z	Angulo (grados)	Longitud
8	0.60	0.40	1.0	0.5	26.565	0.894	0.5	26.565	0.894

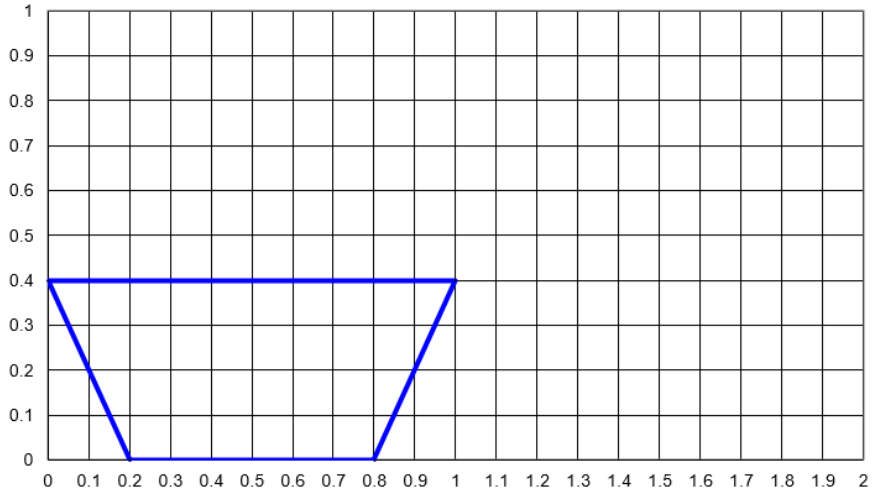


Figura 121. Dimensiones de la zanja de infiltración.

Cálculo de la infiltración en la zanja de infiltración

La zanja de infiltración tendrá una capacidad de infiltración será de **1,096.20 m³**, para la determinación de este dato se realizó un análisis considerando la tasa de infiltración por grupo hidrológico, considerando un suelo A, esto conforme al estudio de geotécnico y mecánica de suelos realizado, donde determina el suelo como arena graduada, por lo que corresponde una tasa de infiltración de 2.03 cm/hora.

Tabla 134. Tasa de infiltración de acuerdo al grupo hidrológico del suelo.

Grupo Hidrológico Del Suelo	Tasa De Infiltración (Cm/Hora)	Textura Del Suelo	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos - Sucs
A	4.14	Gravas limosas	GM - grava limosa
		Gravas arenosas	SW -, arena fina a gruesa.
		Arenas	SW - Arena bien graduada
A	**2.03**	**Arenas**	**SP - Arena pobremente graduada**
		Arena-arcillosa	
		Arcillosa-arenosa	
B	1.14		SM - arenas limosas, arenas arenosas de gravosa
B	0.76	Franco, franco limosa	MH - limos micáceos, limos diatomáceos, cenizas volcánicas
C	0.51	Franco arcilloso-arenoso	ML - limos, arenas muy finas, arenas finas limosas o arcillosas
D	0.15	Franco arenoso	GC - gravas arcillosas, gravas arenosas arcillosas

Grupo Hidrológico Del Suelo	Tasa De Infiltración (Cm/Hora)	Textura Del Suelo	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos - Sucs
		Franco-arcilla-limosa	SC - arenas arcillosas, arenas arenosas arcillosas
		Arcilla arenosa	CL - arcillas de baja plasticidad, arcillas arenosas o limosas
		Arcillo limosa	OL - limos orgánicos y arcillas de baja plasticidad
		Arcilla	CH - arcillas altamente plásticas y arcillas arenosas
		Limos	OH - limos orgánicos y arcillas de alta plasticidad

Fuente: References: Clapp, R. B., and George M. Hornberger. 1978. Empirical equations for some soil hydraulic properties. Water Resources Research. 14:4:601–604; Moynihan, K., and Vasconcelos, J. 2014. SWMM Modeling of a Rural Watershed in the Lower Coastal Plains of the United States. Journal of Water Management Modeling. C372; Rawls, W.J., D. Gimenez, and R. Grossman. 1998. Use of soil texture, bulk density and slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity Transactions of the ASAE. VOL. 41(4): 983-988; Saxton, K.E., and W. J. Rawls. 2005. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Science Society of America Journal. 70:5:1569-1578.

Esta tasa es consistente con la tasa de infiltración provista para el extremo inferior de los suelos del Grupo A del suelo hidrológico en el Estándar de prácticas de conservación del Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin: Evaluación del sitio para la infiltración de aguas pluviales.

Tabla 135. Cálculo de la capacidad de infiltración de la zanja.

Parámetro	Unidad	Cantidad
Altura	m	0.4
Ancho superior	m	8
Largo	m	1
Área de la zanja	**m^2**	**8**
Tasa de infiltración		
Tasa de infiltración [1]	mm/hr	20.3
Infiltración = Área X tasa	m^3/hr/m	0.1624
Longitud de la zanja	m	25
Volumen de infiltración de la zanja	**m^3/hr**	**4.06**
Tiempo de infiltración		
Número de días con lluvia	Días	54
Horas	Horas/día	5
Tiempo de infiltración	**Horas**	**270**
Capacidad del volumen de infiltración	**m^3**	**1,096.20**

Con la capacidad de la zanja de infiltración diseñada aguas abajo del sitio del proyecto se logra incrementar en más del 100% de la disminución de la infiltración a causa del proyecto, y muy cerca de retener el 100% del escurrimiento, con lo cual se mitiga este impacto dentro del sitio del proyecto.

2) Reforestación del predio de compensación adicional

Aunado a la zanja de infiltración y como medida complementaria se estimó el volumen que se incrementará en la infiltración a causa de reforestación a través de la reforestación del sitio del predio de compensación adicional, siendo este volumen adicional al previamente infiltrado por la obra destinada para ello.

Para estimar la capacidad de infiltración con las actividades antes descritas, se utilizó la misma metodología del balance hidrológico para calcular la infiltración, con la restauración de un predio de compensación adicional con medidas de reforestación, la cual consiste en la reforestación con 1283 individuos por hectárea para aumentar la cobertura del dosel y por ende el aumento de la infiltración.

Con base a los trabajos de reforestación en las **1.1 hectáreas en el predio de compensación donde actualmente no tiene una cobertura forestal con baja densidad, que se pretende mejorar, considerando la construcción de terrazas individuales como obra de retención de suelo y agua**, se realizó el análisis de balance hidrológico, por lo que se consideró la modificación de la cobertura del suelo en un lapso de **6 años** de análisis sobre el área de la reforestación considerando el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, utilizando los valores ponderados en la tabla para determinar el factor K de acuerdo a la condición estimada de la cobertura del suelo para un bosque o selva, considerando el suelo B (Re+I/1), el factor K fue interpolado conforme a la siguiente tabla y los valores K de la tabla obtenidos de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015

Tabla 136. Factor K interpolada del suelo tipo B para la cobertura del suelo.

Cobertura de suelo	Factor K
0	0.28
10	0.268
20	0.256
30	0.244
40	0.232
50	0.22
60	0.208
70	0.196
80	0.184
90	0.172
100	0.16

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015.

Conforme al crecimiento de la vegetación se considerarán los siguientes valores de K y la cobertura del suelo para el predio de compensación.

Tabla 137. Factor K considerado un suelo tipo B para la cobertura del suelo.

Año	Cobertura área de reforestación del predio de compensación	Factor K del área de reforestación del predio de compensación
1	20	0.256
2	30	0.244
3	40	0.232
4	50	0.22
5	60	0.208
6	80	0.184

Para determinar la infiltración del área del proyecto con las medidas de restauración se volvieron a modificar las variables de Intercepción, Evapotranspiración y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación (**Infiltración = P – (Int + Ev + E)),** como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 138. Intercepción de la vegetación escenario de restauración año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m3)	Cobertura o densidad % de la copa de árboles	Agua captada por la cobertura (m^3)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m^3)
Año 1 (inicio de actividades)	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	20	2,058	0.05	103
Año 2	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	30	3,087	0.05	154
Año 3	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	40	4,116	0.05	206
Año 4	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	50	5,145	0.05	257
Año 5	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	60	6,174	0.05	309
Año 6	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	80	8,232	0.05	412

Para la Evapotranspiración se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007)[105], misma que ya se detalló anteriormente.

Tabla 139. Evapotranspiración escenario de restauración año 1 al 6.

Año	Evapotranspiración real (mm)	Área (ha)	Evapotranspiración anual (m^3)
Año 1 (inicio de actividades)	610.11	1.10	6,711.19
Año 2	610.11	1.10	6,711.19
Año 3	610.11	1.10	6,711.19
Año 4	610.11	1.10	6,711.19
Año 5	610.11	1.10	6,711.19
Año 6	610.11	1.10	6,711.19

Fuente: Elaborado a partir de los datos de la estación meteorológica de referencia.

[105]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.

Tabla 140. Escurrimiento en el escenario de restauración año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción por ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m^3)	Cobertura de la vegetación	Factor K Suelo B	FACTOR C	Escurrimiento (m^3)
Año 1 (inicio de actividades)	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	20	0.256	0.158	1,630
Año 2	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	30	0.244	0.146	1,505
Año 3	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	40	0.232	0.134	1,381
Año 4	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	50	0.22	0.122	1,256
Año 5	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	60	0.208	0.110	1,131
Año 6	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	80	0.184	0.086	882

Una vez modificados y calculados los parámetros para los 6 escenarios (años), se realizó el balance hidrológico para cada año utilizando la ecuación Infiltración (Inf): **Inf = P – (Int + Ev + E),** obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 141. Balance hidrológico de la reforestación año 1 al 6.

Año	Área en Ha	Precipitación	Intercepción (m3)	Evapotranspiración total (m3)	Escurrimiento (m3)	Infiltración (m3)
1	1.10	10,289.40	102.89	6,711.19	1,629.82	1,845.49
2	1.10	10,289.40	154.34	6,711.19	1,505.19	1,918.67
3	1.10	10,289.40	205.79	6,711.19	1,380.56	1,991.86
4	1.10	10,289.40	257.24	6,711.19	1,255.93	2,065.04
5	1.10	10,289.40	308.68	6,711.19	1,131.30	2,138.22
6	1.10	10,289.40	411.58	6,711.19	882.04	2,284.59

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Una vez obtenida la infiltración en el área de restauración (1.1 ha del predio de compensación) durante un proceso de seis años, es necesario realizar un comparativo de estos cálculos con la pérdida de infiltración por la ejecución del proyecto sin las medidas de mitigación. En la tabla siguiente se realiza el comparativo de la infiltración en los tres escenarios (actual, con cambio de uso de suelo y con medidas de mitigación), para lo cual se considera el año 1 como el año en que se realiza el CUSTF y es la línea base del volumen de infiltración a recuperar y el año 2 sería el primer año de la reforestación como medida de enriquecimiento y aumento de la masa forestal y copa de los árboles mitigación.

Tabla 142. Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.

Año	Infiltración actual m^3/año	Infiltración con el desmonte m^3/año	Infiltración con Restauración m^3/año	Saldo m^3/año
0	2,365	1,614		-751
1			1,845	0
2			1,919	73
3			1,992	146
4			2,065	220
5			2,138	293
6			2,285	439

Impacto del proyecto: Significativo

Se pone en riesgo el servicio ambiental: No

Conclusión:

De acuerdo con los resultados obtenidos, se demuestra que con la construcción de la zanja de infiltración con las especificaciones dadas arriba se logra **incrementar la capacidad de infiltración en 1,96.20 m^3** con lo cual se compensa la disminución de la infiltración a causa del desmonte, siendo el desmonte de forma gradual durante 1.5 años, de igual manera con el balance hidrológico se mitiga parcialmente la perdida de la infiltración y se compensa con la ejecución de todas las medidas propuestas recuperando la pérdida potencial de la infiltración por las actividades del cambio de uso de suelo de terrenos forestales propuestos para el proyecto, teniendo para el año 6 una ganancia en la infiltración **adicionales a la que se tiene actualmente sin proyecto, por lo que la ganancia es de hacia el acuífero, este aumento de la infiltración se debe al incremento de la cobertura del dosel del predio de compensación (1.1 ha), construcción e obras como zanjas de infiltración, barreras de material muerto y las terrazas individuales**.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se puede concluir que con el cambio de uso de suelo forestal en las **0.9308 ha**, aplicando las medidas de mitigación y restauración y la construcción de la zanja de infiltración con la capacidad señalada, la posible afectación a los recursos hidrológicos es mitigable y se compensa con las actividades de mitigación y restauración. Lo anterior, esclarece que con la ejecución del proyecto no se verán afectados abastecimientos de agua a poblaciones cercanas y en consecuencia no se pone en riesgo los servicios hidrológicos que se generaran en la zona y el impacto temporal que se pudiera presentar es mitigable y recuperable una vez restaurado el sitio.

IV.3.2 REGULACIÓN QUÍMICA ATMOSFÉRICA (CAPTURA DE CARBONO, GENERACIÓN DE OXÍGENO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES)

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO_2, liberación de O_2 y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios, la captura de CO_2, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO_2) atmosférico junto con elementos del suelo y aire para convertirlos en madera que, a su vez contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO_2 que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente 42 al 50 % de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. Lo primordial es cuánto carbono (CO_2) captura el árbol durante toda su vida.

Una tonelada de carbono capturada en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar. También, es más fácil medir la captación de carbono en una biomasa vegetal que vincular los cambios de uso de suelo con las funciones hídricas o de la diversidad biológica. Esto significa que es más fácil contabilizar los aumentos o reducciones del almacenaje de carbono y, por tanto, resulta más fácil su supervisión y comercialización.

Para valorar la importancia de este servicio ambiental en la zona del proyecto, que podría afectarse por el cambio del uso del suelo forestal, de una zona cubierta de vegetación Selva Baja Caducifolia**,** se han considerado una serie de factores determinantes en la captura de carbono, para con ello valorar la importancia de la zona en la captura de carbono.

Tabla 143. Factores que determinan la potencialidad de la captura de carbono.

Factor	Situación del área
Biomasa en crecimiento	Media
Área forestal bajo manejo	Nula
Áreas con plantaciones nuevas o reforestaciones	Nula
Sistemas Agroforestales	Baja
Área prioritaria para el pago de servicios por captura de carbono	Alta
Cambio de uso del suelo	Media

De acuerdo al cuadro anterior, se puede observar que en virtud de que el potencial de captura de carbono se encuentra estrechamente ligado a la producción de biomasa, por las características de la vegetación presente en la zona de estudio, los índices de captura de carbono en toneladas por hectárea son medios en términos generales para una vegetación forestal, aunque se encuentran con un nivel de degradación, considerados como vegetación secundaria, aunado a lo anterior, se considera ser un servicio de carácter global o mundial, por lo que con la presencia del proyecto no se compromete o se pone en riesgo este servicio.

En varios estudios se ha concluido que, las regiones donde resultan factibles rendimientos altos de biomasa son las zonas con mayor potencial de captura de carbono, tal es el caso de los bosques mesófilos y las selvas altas y medias.

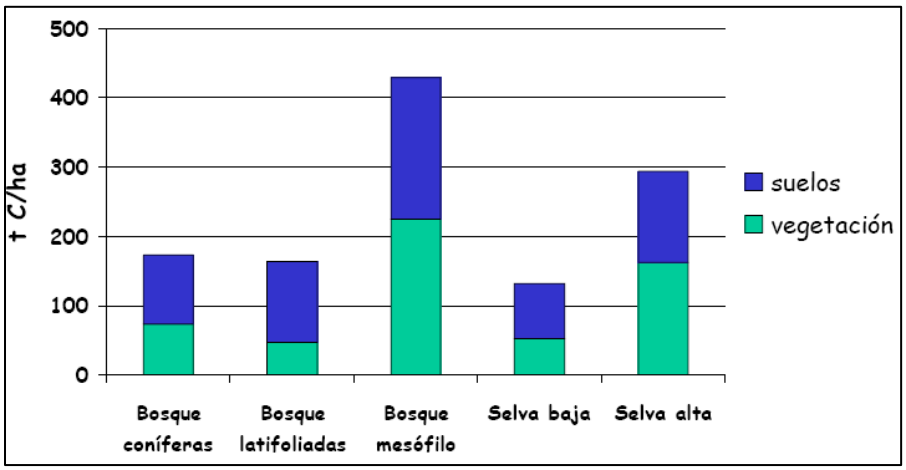


Figura 122. Densidades de carbono por tipo de vegetación, elaborado por Masera (1995).

Por las características de la vegetación con que se encuentran en la zona del proyecto y requerida para el cambio de uso de suelo forestal, se considera que **se tiene potencial** bajo, dado que se tiene un área **que se considera vegetación secundaria arbustiva, por lo que se tiene un incremento de CO_2**.

La dinámica del carbono en los ecosistemas forestales es muy compleja, por lo que, para hacer una estimación de los cambios en el almacenamiento de carbono, es necesario analizar la cantidad de carbono en los distintos componentes que integran los ecosistemas y las transferencias de carbono entre ellos en el tiempo y el espacio. Esto implica analizar conjuntamente la dinámica del carbono en: vegetación (aérea y subterránea), suelo (incluyendo materia en descomposición) y productos forestales. Para obtener la dinámica temporal de la captura de carbono es necesario utilizar modelos de simulación.

El **contenido de carbono** en un terreno forestal suele reportarse en **toneladas de carbono por hectárea (tC/ha)** (equivalente a *Mg C ha⁻¹*). Es importante aclarar que los valores cambian mucho según **qué "depósito"** se esté midiendo: **vegetación (biomasa aérea y/o raíces), hojarasca/madera muerta y carbono orgánico del suelo (COS)**, además de la **profundidad del suelo** considerada (por ejemplo 0–30 cm vs perfil completo).

A continuación se presenta una **síntesis con artículos/documentos técnicos** que reportan carbono por tipo de vegetación en México, usando dos enfoques comunes:

- **COS 0–30 cm** (comparables entre tipos de vegetación)
- **COV/COT** (carbono en vegetación / carbono orgánico total) cuando el estudio lo estima explícitamente.

Tabla 144. Contenido de carbono reportado para diferentes tipos de vegetación en México

Tipo de vegetación	C en vegetación (COV o biomasa)	COS (suelo)	C total (COT / ecosistema)	Fuente principal
Selva baja caducifolia	52.2 a 67.3	44.31–52.47 (0–30 cm)	141 (pool ecosistémico total)	Paz et al[106]. (COS 0–30) + Jaramillo et al.[107]
Selva mediana subcaducifolia	COV 70.20	52.24–84.45 (0–30 cm)/ COS 108.23	COT 178.43	Pool Novelo et al. + Paz et al.

[106] Paz Pellat, F., Argumedo Espinoza, J., Cruz Gaistardo, C. O., Etchevers, J. D., & de Jong, B. (2016). Distribución espacial y temporal del carbono orgánico del suelo en los ecosistemas terrestres de México. *Terra Latinoamericana, 34*(3), 289–310

[107] Jaramillo, V. J., Kauffman, J. B., Rentería-Rodríguez, L., Cummings, D. L., & Ellingson, L. J. (2003). Biomass, carbon, and nitrogen pools in Mexican tropical dry forest landscapes. *Ecosystems, 6*(7), 609–629.

Tipo de vegetación	C en vegetación (COV o biomasa)	COS (suelo)	C total (COT / ecosistema)	Fuente principal
Selva alta perennifolia	COV 99.60	90.25–110.53 (0–30 cm) / COS 165.40	COT 265.00	Pool Novelo et al[108]. + Paz et al.
Bosque de encino	COV 51.10	50.56–50.90 (0–30 cm)/ COS 128.39	COT 179.49	Pool Novelo et al. + Paz et al.
Bosque pino-encino	45.24 (carbono en componente arbóreo)	45.07–51.73 (0–30 cm)	—	Aguirre-Calderón et al[109]. + Paz et al.
Bosque encino-pino	64.20 (carbono en componente arbóreo)	49.85–55.98 (0–30 cm)	—	Aguirre-Calderón et al. + Paz et al.
Bosque de pino	47.01–73.18	45.29–47.59 (0–30 cm)	—	Aguirre-Calderón et al. + Paz et al.
Matorral crasicaule	—	32.11–38.76 (0–30 cm)	—	Paz et al.
Manglar	COV 48.90	COS 199.52	COT 248.42	Pool Novelo et al.

De acuerdo con los antecedentes consultados sobre la captura de carbono, no existen datos específicos sobre la captura de carbono, básicamente por la composición y tipo de individuos que se presentan en este tipo de vegetación, en virtud de que el potencial de captura va estrechamente relacionado a la cantidad de biomasa de la cobertura vegetal, por lo que se ha tomado los valores de la tabla anterior dados en tC/ha/año.

Con base en la vegetación en la SA se calculó el índice de captura de carbono correspondiente, considerando los índices de captura de la tabla anterior.

Tabla 145. Uso del suelo y vegetación en el SA.

Tipo de Vegetación	Área (ha)	COV o biomasa TonC/ha	Existencia de carbono totales
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	4,464.85	67.3	300,484.41
Total	4,464.85		300,484.41

Fuente: Adaptado de la información de superficie por tipo de vegetación de la serie VII del INEGI.

Como se puede observar en la tabla anterior, pese a que la vegetación existente en el Sistema Ambiental se encuentra en diferentes estados de conservación, desde vegetación primaria hasta secundaria arbustiva, sin embargo, para fines de cálculo se consideraron los valores máximos en la tabla con los datos a nivel nacional para diferentes tipos de vegetación como si se tratara de una vegetación primaria. Considerando estos valores, el total de potencial de captura de carbono estimado por los terrenos forestales en la **SA** es de **300,484.41 Toneladas de Carbono (T/C)**. Confirmando que estos índices se calcularon con información promedio de un tipo de vegetación primaria en buen estado de conservación.

Por otro lado, para el cálculo de las áreas de cambio de uso de suelo en las **0.9308 ha**, se consideró el análisis de acuerdo con los tipos de vegetación a ser afectados por el CUSTF, obteniendo el siguiente potencial de captura:

[108] Pool Novelo, L., Kú Quej, V., Chi Quej, J., & Mendoza Vega, J. (2019). Estimación del contenido de carbono orgánico en suelos y vegetación del estado de Campeche. Propuesta metodológica. *Terra Latinoamericana, 37*(4)
[109] Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., Jurado-Ybarra, E., & Aguirre-Salado, C. A. (2011). *Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales.

Los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato (por ejemplo, un uso de la tierra) se estiman sumando los cambios de todos los depósitos, como se muestra en la Ecuación siguiente de las Directrices del IPCC (2006).

Ecuación 2. 1. Cambios en las existencias anuales de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de todos los depósitos

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

Donde:
ΔCLUi = cambios en las existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra Los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:

AB = biomasa aérea
BB = biomasa subterránea
DW = madera muerta
LI = hojarasca
SO = suelos
HWP = productos de madera recolectada

Por lo general, en los bosques naturales el carbono del suelo está en equilibrio, pero tan pronto como ocurre la deforestación -o la reforestación-, ese equilibrio es afectado. Actualmente, se estima que cada año son deforestadas entre 15 y 17 millones de hectáreas, sobre todo en los trópicos (FAO, 1993) y que muy a menudo parte del carbono orgánico se pierde dando lugar a una considerable emisión de CO2. Por lo tanto, donde la deforestación no puede ser detenida, es necesario un manejo correcto para minimizar las pérdidas de carbono. La reforestación, sobre todo en los suelos degradados con bajo contenido de materia orgánica, será una forma importante de secuestro de carbono a largo plazo, tanto en la biomasa como en el suelo.

En línea con lo anterior y teniendo en cuenta las necesidades de poder apreciar mejor las repercusiones ambientales a la hora de adaptar o implementar un proyecto o política, para evaluar el efecto sobre los GEI, se hace pertinente la selección apropiada de herramientas simples, con credibilidad, económicas y que brinden soluciones precisas y eficaces. Según los avances metodológicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se han desarrollado en los últimos años numerosas herramientas para cuantificar el balance de GEI para actividades agrícolas, ganaderas y forestales, entre ellas proponen el uso de calculadoras, protocolos, guías de buenas prácticas y modelos donde una de las herramientas más usadas son las calculadoras, es decir, programas basados en cálculos online, en MS Excel® u otros formatos digitales (Colomb & Cols, 2012).

Una de estas herramientas que tenemos es Ex-Act (https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act/en/), herramienta de Balance de Carbono, desarrollada por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), que proporciona estimaciones para el balance de carbono neto, tanto de los usos y cambios del uso del suelo, como de actividades o hasta proyectos de inversión o escenarios políticos, entre muchos otros contextos. Está basado en el terreno de contabilización, el cual mide las existencias de C, los cambios en las existencias por unidad de terreno, las emisiones de CH_4 y N_2O expresadas en Ton CO_2eq por hectárea y por año. Por lo tanto, Ex–Act muestra si el proyecto es capaz de suministrar servicios ambientales con la captura de carbono, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático (CC), y con ello se puede analizar factores económicos que permitan la toma de decisiones y la evaluación de programas de nueva inversión, asegurando un método apropiado disponible para inversores, oficiales de planificación, diseñadores de proyectos y los tomadores de decisiones de los sectores agrícolas y forestales en países en desarrollo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]).

Cuando se lleva a cabo un análisis Ex-Act, se debe tener en cuenta la situación sin proyecto (es decir, la "línea de base") y la situación esperada luego de ejecutar el CUSTF. Por lo tanto, el balance final de carbono es la comparación entre las emisiones de GEI resultantes después de su aplicación y la línea de base del proyecto (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2010b)). Con base en lo anterior, se deben establecer dos periodos temporales diferentes, uno que corresponde a la fase de implementación (proyecto de CUSTF), y el otro que corresponde a la fase de captura de carbono (es decir, un periodo donde los beneficios del proyecto están todavía presentes como consecuencia de las medidas de mitigación y compensación) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]).

Escenario E1 Actual

Los parámetros que utiliza el sistema son los valores Tier-2 del IPCC 2006, los cuales corresponden a la última actualización de las emisiones del sector forestal, los contenidos de carbono (tC/ha).

- **Biomasa aérea:** Los valores por defecto corresponden a estimaciones proporcionadas por el NGGI-IPCC-2006 y expresadas en toneladas de materia seca (ms) por hectárea. El correspondiente sumidero de C (en toneladas de C) se calcula utilizando el contenido de carbono específico indicado, por ejemplo, es 0.47 para biomasa aérea forestal (ver página 4.48 de NGGI-IPCC-2006). Estos factores están detallados en cada Módulo cuando sea necesario.
- **Biomasa subterránea**: En la mayoría de los casos la biomasa subterránea se estima utilizando un factor (R) de la biomasa subterránea respecto a la biomasa aérea expresada en toneladas de m.s. de biomasa subterránea. EX-ACT utiliza valores por defecto proporcionados por NGGI-IPCC- 2006.
- **Hojarasca y madera muerta**: se asume que los depósitos de hojarasca y madera muerta son nulos para todas las categorías no forestales (excluyendo los cultivos de árboles y los sistemas perennes) y por lo tanto, las transiciones entre categorías no forestales y por lo tanto las transiciones entre categorías no forestales no conllevan cambios en los sumideros de carbono de estos dos depósitos. Otros valores de transición se encuentran detallados en cada módulo siempre que sea necesario.
- **Carbono del Suelo**: Para las estimaciones de C del suelo, los valores por defecto están basados en referencias por defecto para sumideros de C orgánico del suelo para suelos minerales hasta una profundidad de 30 cm. Cuando el C orgánico del Suelo cambia a través del tiempo (cambio en el uso del suelo o cambio en el manejo), se asume un periodo de tiempo por defecto para una transición hacia el equilibrio de 20 años. Estos valores son utilizados tanto en las directrices del IPCC de 1996 como en las del 2006, y son resultado de una gran recopilación de observaciones y de un largo proceso de monitoreo. Para suelos minerales, el método por defecto está basado en los cambios en los sumideros de C en el suelo a lo largo de un periodo definido de tiempo.

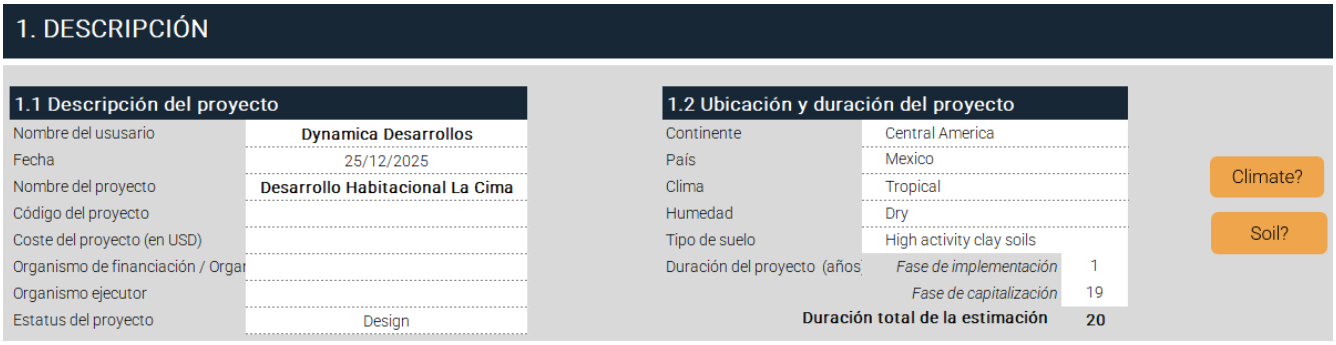


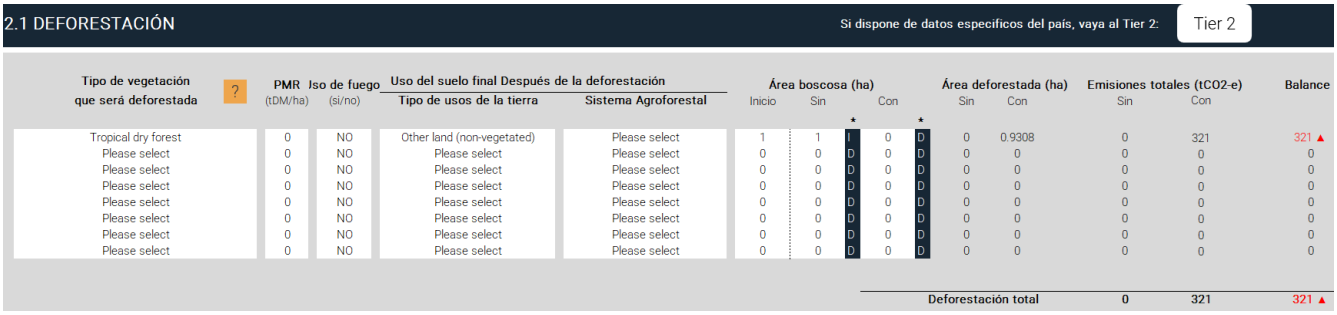
Figura 123. Parámetros iniciales del proyecto en Ex – Act.

Los parámetros que utiliza el sistema Ex – Act son los valores Tier-2 del IPCC 2006, estos son los valores utilizados en la última actualización de las emisiones del sector forestal, los contenidos de carbono (tC/ha) se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 146. Contenido de carbono (tC/ha) para la Selva Baja Caducifolia.

Componente	Contenido de carbono en la Selva Baja Caducifolia (Tropical dry forest) (tC/ha)	Contenido de carbono en el predio de CUSTF 0.9308 ha tC
Biomasa aérea	59.9	55.75
Biomasa subterránea	22.7	21.13
Madera muerta	9	8.38
Hojarasca	2.4	2.23
Suelo	21	19.55
Total	**115.0**	**107.04**

En el sistema Ex -Act se introdujo la información del tipo de vegetación que se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de igual manera el uso final de esta superficie (Other land no-vegetated), que en este caso corresponde al **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**, se introduce la superficie a ser deforestada para este caso de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, que para el proyecto corresponde a 0.9308 ha.



Tipo de vegetación que será deforestada	?	PMR (tDM/ha)	Uso de fuego (si/no)	Uso del suelo final Después de la deforestación: Tipo de usos de la tierra	Sistema Agroforestal	Área boscosa (ha): Inicio	Sin	*	Con	*	Área deforestada (ha): Sin	Con	Emisiones totales (tCO2-e): Sin	Con	Balance
Tropical dry forest		0	NO	Other land (non-vegetated)	Please select	1	1	I	0	D	0	0.9308	0	321	321 ▲
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
												Deforestación total	0	321	321 ▲

Figura 124. Cálculo de emisiones de tCO2-e debido al CUSTF

De acuerdo con el resultado el CO_2 equivalente a ser emitido por la ejecución del proyecto corresponde a **321 tCO_2-e**, por las **0.9308 ha**, misma que será nuestro meta por compensar con el proyecto en el predio de compensación adicional y las medidas establecidas para el proyecto.

Escenario E2 con proyecto de CUSTF

La herramienta proporciona estimaciones para el balance de carbono neto, tanto de los usos y cambios del uso del suelo, como de actividades o hasta proyectos de inversión o escenarios políticos, entre muchos otros contextos. Está basado en el terreno de contabilización, el cual mide las existencias de C, los cambios en las existencias por unidad de terreno, las emisiones de CH_4 y N_2O expresadas en Ton CO_2eq por hectárea y por año. Por lo tanto, Ex–Act muestra si el proyecto de CUSTF es capaz de suministrar servicios ambientales con la captura de carbono, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático (CC), y con ello se puede analizar factores económicos que permitan la toma de decisiones y la evaluación de programas de nueva inversión, asegurando un método apropiado disponible para inversores, oficiales de planificación, diseñadores de proyectos y los tomadores de decisiones de los sectores agrícolas y forestales en países en desarrollo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]).

Tabla 147. Contenido de carbono (tC/ha) por hectárea después de la deforestación

Final land use after deforestation	All units are in tC/ha Biomass		Soil carbon		Flu	
	Default	Tier 2	Default	Tier 2	Default	Tier 2
Other land (non-vegetated)	0.0		21.0		1.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	
Please select	0.0		0.0		0.0	

Considerando la Tabla IV.116 obtenida de la memoria de cálculo Anexa (EX-ACT_V9.4.2_La_Cima.xlsb) se estima que, una vez ejecutado el CUSTF, el contenido de Carbono para la biomasa será de 0.0 tC/ha, y, para el caso del carbono del suelo, su contenido será de 21.0 tC/ha; con estos datos se estimó el contenido del carbono en el segundo escenario E2.

Tabla 148. Contenido de carbono (tC/ha) por hectárea y tota del CUSTF escenario E2.

Componente	Contenido de carbono en la Selva Baja Caducifolia (Tropical dry forest) (tC/ha)	Contenido de carbono en el predio de CUSTF 0.9308 ha tC
Biomasa aérea	59.9	0.00
Biomasa subterránea	22.7	0.00
Madera muerta	9	0.00
Hojarasca	2.4	0.00
Suelo	21	19.55
Total	**115.0**	**19.55**

El contenido de carbono almacenado en el sitio de CUSTF una vez realizado el desmonte corresponde a 19.55 de tC, correspondiendo al contenido en el suelo.

Escenario E3 con proyecto de CUSTF + medidas de mitigación y compensación.

Absorción de carbono es el “secuestro de carbono” es el proceso de aumento del contenido en carbono de un depósito que no sea la atmósfera. Desde un enfoque biológico incluye el secuestro directo de dióxido de carbono de la atmósfera, mediante un cambio en el uso de las tierras, forestación, reforestación y otras prácticas que mejoran el carbono en los suelos agrícolas.

La medida ambiental considerada para mitigar y conservar los niveles de carbono contenido en las áreas forestales a ser desmontada consiste en la restauración de un predio de compensación adicional, se consideró la distribución de superficies y las acciones particulares a llevar a cabo en cada una de ellas que se señalan en la tabla siguiente:

Tabla 149. Medida para recuperar el carbono en el ecosistema

Polígono	Acción o actividad	Área (ha)
Predio de compensación adicional	Reforestación de áreas de pastizales degradados con el mejoramiento de la condición y la densidad de la vegetación	1.1

El mismo sistema cuenta con el sub-modulo de forestación y/o reforestación, en el cual se establece la meta y objetivo de la superficie y ecosistema a reforestar, iniciando de una condición inicial de un terreno degradado (1.1 ha), siendo esta medida como acción complementaria y con ello compensar las emisiones.

Compensación con la reforestación

La reforestación en selva baja caducifolia (SBC) aporta beneficios ambientales clave (suelo, agua, biodiversidad y paisaje) y, además, permite **recuperar parte del carbono** que se pierde cuando ocurre un **desmonte** por cambio de uso de suelo. En evaluaciones ambientales, la comparación "carbono perdido vs. carbono recuperado" debe hacerse con supuestos claros sobre **(i)** qué componente se cuantifica (vegetación y/o suelo) y **(ii)** en qué horizonte de tiempo se evalúa la recuperación.

Bajo los escenarios de emisión, captura y el balance del carbono en el ecosistema con el impacto a ocasionar y las medidas a realizar se plantearon los siguientes objetivos

- Plantear el escenario de un proyecto en el cual se aumenta la superficie forestal mediante la reforestación de un predio de compensación adicional.

- -Utilizar la herramienta realiza el balance de carbono desarrollada por la FAO con el proyecto propuesto de reforestación.

- Para la compensación de la pérdida del almacenamiento de carbono se requiere una superficie de 1.1 ha con una plantación de dentro del predio que pertenece a la promovente (Dynamica Desarrollos Sustentables) en el Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional, mismo que se encuentra en los anexos de este DTU.



Figura 125. Balance del carbono en el ecosistema

- -Determinar el impacto de un aumento de la superficie forestal en términos de mitigación del contenido de carbono mediante el análisis los resultados obtenidos a consecuencia del proyecto de reforestación.

Para compensar parte de los impactos del **CUSTF (0.9308 ha) en Selva Baja Caducifolia (SBC)**, la **reforestación activa** en **1.1 ha** implica no solo plantar, sino **asegurar establecimiento y crecimiento** con acciones de manejo (control de maleza, reposición de fallas, protección contra incendios y riego de auxilio en estiaje). En revisiones para México, la **supervivencia** en restauración/reforestación puede variar ampliamente, por lo que el mantenimiento inicial es clave para acercarse a valores altos.

Para el proyecto de compensación del contenido de carbono se plantea un período de 20 años (por la naturaleza y compromiso del promovente con el proyecto) dado que la reforestación necesita un tiempo para su desarrollo, crecimiento de la madera y la fijación del carbono de forma aérea y subterránea.



2.2 AFORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN — Si dispone de datos específicos del país, vaya al Tier 2: Tier 2

Uso del suelo final	Uso de fuego (si/no)	Uso del suelo inicial	Sistema agroforestal inicial	Área reforestada (ha) Sin	*	Con	*	Emisiones totales (tCO2-e) Sin	Con	Balance
Planted Tropical dry forest	NO	Degraded land	Please select	0	D	1	D	0	-333	-333 ▼
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
				Área total af/reforestada (ha)				0	-333	-333 ▼

Figura 126. Modelo de reforestación y la captura de carbono por la reforestación

Como parámetro inicial se introduce el ecosistema a desarrollar, el cual es un ecosistema de plantación de un terreno degradado a través de la reforestación proveniente del rescate de flora y de la producción de especies nativas, la condición inicial corresponde a un terreno degradado con baja cobertura donde se ha llevado actividades antropogénicas de manera continua como la ganadería extensiva en el sitio de compensación, el sitio a reforestar es el predio de compensación adicional la cual es de 1.1 ha, misma que ya fue delimitada y descrita en el programa de reforestación del predio de compensación adicional.

Como se observa en la tabla siguiente el incremento en carbono tC a consecuencia de la medida de reforestación del predio de compensación es **333 tC,** que de acuerdo con la emisión es suficiente para compensar la emisión de 321 tC.

Para el cálculo del CO_2 u otros gases efecto invernadero estimados para el proyecto **"Desarrollo Habitación La Cima"** se realizó con la metodología desarrollada por la fao y denominado Ex – act, (https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act/en) el cual es un modelo en Excel dentro del cual se establece los parámetros de ubicación, suelo, clima, vegetación; en el cual se estiman los procesos de ejecución del desmonte que conlleva el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, generando en primer punto la estimación del contenido actual (E1) de tC (toneladas de carbono) que se encuentra almacenado en los recursos forestales para el área de CUSTF; el segundo escenario (E2) generado por el CUSTF siendo este la estimación de las emisiones que conllevará la deforestación o desmonte; para finalmente generar el tercer escenario (E3) corresponde al carbono a capturar a consecuencia de las medidas de mitigación y compensación a ejecutar, se presenta la tabla donde se resumen de los tres escenarios E1, E2 y E3 para el proyecto.

Tabla 150. Contenido de carbono equivalente en los tres escenarios.

Balance de tCO_2e				
Escenario actual E1	**Escenario con CUSTF E2**	**Emisión de t CO2 equivalente**	**Escenario con proyecto más medidas E3**	**Balance global**
392.68	71.68	321.00	404.68	-12.00

En la tabla anterior se presentan los tres escenarios, la metodología que utiliza el sistema para cada uno, los cálculos se encuentran en la memoria de cálculo de Excel que se anexa (EX-ACT_V9.4.2_La_Cima.xlsx).

El software utiliza el carbono equivalente, lo cual utiliza el dióxido de carbono equivalente (tCO_2 Eq) el cual es multiplicar el carbono contenido por el factor 3.67 por lo que la siguiente tabla contine el CO_2 Eq.

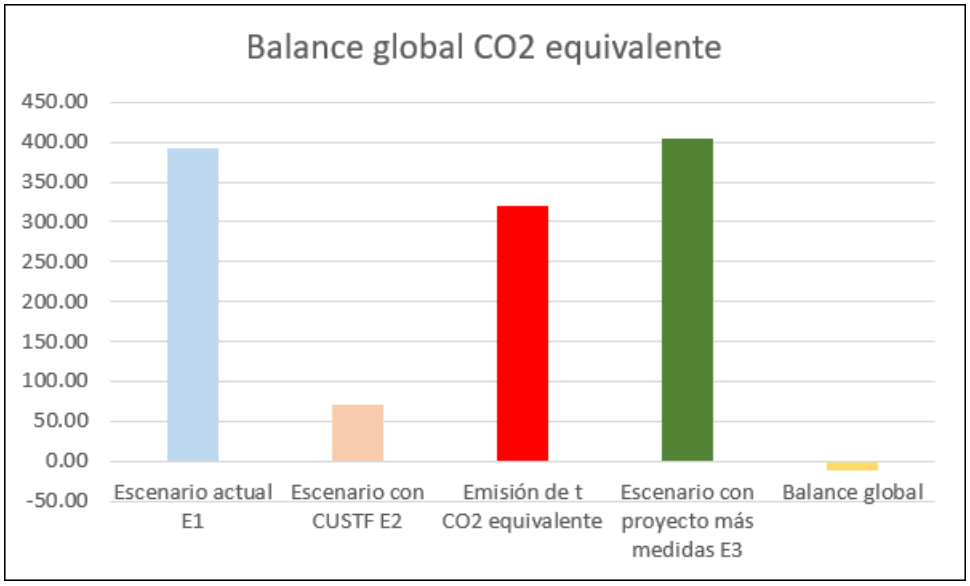


Figura 127. Contenido de tCO2 Eq en los tres escenarios.

Considerando el escenario actual E1 (392.68 tCO_2 Eq) se resta la emisión (321 tCO_2 Eq) se obtiene el segundo escenario E2 (71.68 tCO_2 Eq), el mismo modelo estima la captura de CO2 para las medidas aplicadas se estimó un captura de 333 tCO_2 Eq, por lo que con esto se generó el tercer escenario (404.68 tCO_2 Eq).

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el potencial de emisión 87.47 ton carbono (es el equivalente a 321 tCO_2 Eq, obtenido de dividir 321 entre 3.67 para pasar de tCO_2 a carbono) representa el **0.029**% de carbono potencial de la superficie forestal de la SA (**300,484.41 ton C**), además de que por las características del proyecto y sus dimensiones (pequeño en comparación a la SA), la captura de carbono a nivel de la SA se considera ser un servicio de carácter global o mundial, por lo que, a pesar de la importancia específica de la **vegetación forestal**, con la presencia del proyecto no se compromete o se pone en riesgo este servicio.

Impacto del proyecto: Bajo

Se pone en riesgo el servicio ambiental: No

Conclusión:

Teniendo en cuenta que, el proyecto considera como compensación ambiental, la **restauración de una superficie de 1.1 ha de la restauración será en una condición de un terreno no forestal, dicha restauración se llevará a cabo a través de medidas de reforestación y obras de conservación de suelo y agua**.

Por otro lado, cabe señalar que el Gobierno Mexicano en la actualidad viene impulsando la elaboración de proyectos para la generación de mercados potenciales para la captura de carbono, en este sentido mediante convocatorias de la Comisión Nacional Forestal (PSA-CABSA) se determinan las áreas potenciales para el desarrollo de estos proyectos. Para el caso del área del proyecto, la compensación resarcirá la afectación, por lo que el cambio de uso de suelo solicitado no compromete este servicio ambiental.

Recomendaciones prácticas para maximizar captura en plantación activa (enfocado a carbono)

- **Densidad y reposición:** asegurar densidad suficiente y **reponer fallas** en el primer y segundo año (clave para no "perder" potencial de carbono).
- **Mezcla de especies nativas SBC:** combinar especies de crecimiento relativamente rápido con especies estructurales (y, si aplica, incluir algunas fijadoras de N) para sostener productividad y resiliencia.
- **Manejo del estiaje:** riego de auxilio puntual y control de competencia (malezas) para mantener supervivencia alta.

Conclusión

Considerando que la reforestación será de forma **plantación activa** (con mantenimiento y reposición de plantas), se **compensa** una parte importante del carbono que se pierde por el desmonte de **0.9308 ha** de selva baja caducifolia. Con números conservadores, el desmonte representa alrededor de **87.50 toneladas de carbono**, y una reforestación de **1.1 ha** puede acercarse a esa misma magnitud si logramos **supervivencias altas** y buen crecimiento. Por eso, el punto más importante no es solo plantar, sino **asegurar la supervivencia** en los primeros años.

IV.3.3 AMORTIGUAMIENTO E INTEGRIDAD DE LOS ECOSISTEMAS EN RESPUESTA A LAS FLUCTUACIONES AMBIENTALES

Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se originan en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. Es importante señalar que este servicio ambiental depende en gran medida del buen estado de conservación de la vegetación y de la extensión de esta, ya que depende en forma directa de la riqueza de especies y de la complejidad de sus interacciones, al disminuir estos factores, disminuye la capacidad de resistencia del ecosistema. Un sistema con mayor diversidad y número de funciones ecológicas será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

El grado de afectación del amortiguamiento de los impactos naturales se considera bajo, debido a que la superficie forestal solicitada de **0.9308 ha** se ubican en la parte baja de la cuenca, es puntual y no generalizado, así mismo se contempla la aplicación de medidas como reforestación de áreas de baja cobertura, por lo que con la ejecución del proyecto no se pone en riesgo la integridad de la zona ante la presencia de un huracán, ciclón o inundaciones. Cabe mencionar que, en el predio de compensación se iniciará la restauración **desde el primer año**.

Para que la reforestación sea una **compensación ambiental lleve a cabo el amortiguamiento** debe cumplir estas condiciones:

A.1. Ubicación y equivalencia ecológica

- En la **misma región ecológica** (SBC dentro del mismo Sistema Ambiental), el predio de compensación se ubica en la **misma microcuenca** o área de influencia, para que el beneficio de amortiguamiento (agua/suelo/vegetación) ocurra en el mismo sistema ambiental.

A.2. Diseño ecológico (mezcla funcional)

- Plantación con **especies nativas** de SBC, incluyendo:
  - especies estructurales (aportan copa y madera),
  - especies de rápido establecimiento (sombra temprana),

- especies que aporten alimento/hábitat (frutos/néctar),
- Esto incrementa **estabilidad** ante sequías o plagas al no depender de una sola especie.

A.3. Metas mínimas (para que sí amortigüe fluctuaciones)

- **Supervivencia** objetivo: ≥ **80% al primer año**.
- Recuperación de **cobertura de suelo** (hojarasca/pasto nativo/mulch) para reducir erosión
- Tendencia a **cierre parcial de copa** (sombra funcional) a mediano plazo.

A.4. Mantenimiento (clave de éxito)

- Control de maleza, reposición de fallas, protección contra incendios y riego de auxilio (primeros 1–2 estiajes).

Compensación dentro del área del proyecto: áreas verdes a establecer y mantener y manejo de agua/suelo
Como existe un **desfase temporal** (se pierde cobertura hoy y la reforestación tarda años en ser funcional), se requiere compensación "in situ" para mantener el amortiguamiento desde el inicio:

B.1. Manejo pluvial con enfoque de resiliencia

- Priorizar **infiltración y retención**: zanjas de infiltración, cunetas para el manejo de escorrentía, fosas de sedimentación en las cunetas.
- Objetivo: reducir picos de escorrentía y evitar erosión/azolve en eventos intensos.

B.2. Conservación de suelo

- Control de sedimentos (fosas de sedimentación, estabilización de taludes).
- Esto protege la integridad del sistema ante lluvias extremas.

B.3. Vegetación funcional dentro del desarrollo

- Áreas verdes con **nativas** (no solo ornamentales), con densidad suficiente para generar sombra y reducir isla de calor.
- Esto "devuelve" parte del amortiguamiento microclimático perdido.

Impacto del proyecto: Bajo

Se pone en riesgo el servicio ambiental: No

Conclusión:

El CUSTF en **0.9308 ha** reduce localmente la capacidad de la selva baja caducifolia para amortiguar fluctuaciones ambientales, principalmente por pérdida de cobertura y alteración del suelo. Sin embargo, este servicio puede compensarse de manera técnicamente si se implementa una **reforestación activa de 1.1 ha (≥1:1)** con especies nativas y mantenimiento, complementada con medidas dentro del proyecto orientadas a la **infiltración/retención de escurrimientos**, el **control de erosión** y la **vegetación funcional**. Con este enfoque combinado, se recuperan progresivamente las funciones de regulación hidrológica, estabilidad del suelo y resiliencia ecológica, manteniendo el impacto en un nivel bajo y controlado en el área de influencia.

IV.3.4 REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA GLOBAL, LA PRECIPITACIÓN Y OTROS PROCESOS BIOLÓGICOS MEDIADOS POR EL CLIMA A NIVELES LOCAL Y GLOBAL

La captura de CO_2 a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de CO_2 que se reintegrará a la

atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera que se elimine como resultado del cambio de uso del suelo.

Impacto del proyecto: Muy Bajo

Se pone en riesgo el servicio ambiental: No

Conclusión:

La temperatura global depende de procesos de igual magnitud, por lo que el proyecto es demasiado pequeño para su afectación a la modulación o regulación climática se califica como muy bajo debido por un lado a que el área del proyecto **representa el 0.029%** de la captura de carbono potencial de la SA y por la otra con las actividades de restauración del predio de compensación adicional en **1.1 ha**, se prevé un incremento en la captura de CO_2 necesaria para considerar que con el proyecto no se pone en riesgo este servicio. En términos globales con la ejecución del proyecto se incrementará el área forestal y se mejorará las condiciones de los terrenos degradados en el predio de compensación.

IV.3.5 RIQUEZA DE ESPECIES Y HÁBITAT PARA POBLACIONES RESIDENTES Y BAJO ESTATUS DE PROTECCIÓN

Este servicio ambiental se refiere al papel que el ecosistema desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias. Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad es la protección de los ecosistemas forestales existentes en la cuenca.

Conforme a la información del inventario de flora y fauna probable del área de estudio se obtuvo el Índice de Shannon-Wiener y este se ha comparado con los mismos índices para cada estrato de la información obtenida de los sitios del sistema ambiental (SA) definida para el presente proyecto, lo que derivó en los siguientes resultados:

Tabla 151. Comparativo de biodiversidad de los diferentes estratos en el SA y el área de CUSTF en la selva baja caducifolia.

Estrato	Riqueza Especies		Índice de Biodiversidad	
	Área CUSTF	Sistema Ambiental	Área CUSTF	Sistema Ambiental
Arbóreo	21	34	2.460	2.923
Arbustivo	10	12	1.997	2.034
Herbáceo	7	9	1.297	1.991
Otras formas de vida	6	10	1.505	1.689
Total	44	65		

Fuente: Elaborado a partir de los datos del inventario forestal del área de CUSTF y SA.

Como puede observarse en la tabla anterior, en los estratos arbóreo, arbustivo, otras formas de vida y herbáceo, se encuentran representados en el Sistema Ambiental en mejores condiciones de riqueza y biodiversidad que en el área sujeta a CUSTF, la riqueza total es de 44 especies en el sitio del proyecto y en el sistema ambiental es de 65, las diferencias de estos indicadores son más notorias en los estratos arbóreo y en otras formas de vida lo cual es aprovechado el espacio y la radiación solar; en el sistema ambiental la vegetación está más conservada con

una mayor densidad lo que dificulta el renuevo forestal natural, comparado con el CUSTF donde las perturbaciones favorecen un poco el desarrollo de este tipo de plantas. Lo que permite aseverar que la afectación con el cambio de uso de suelo forestal no pone en riesgo la estabilidad de la biodiversidad del área, complementado con la implementación de la medida de mitigación mediante el rescate de las especies de flora por afectar.

Comparativo del valor de importancia de las especies

Se realizó el comparativo de las especies del estrato arbóreo identificadas tanto en el sistema ambiental (SA) como en el área del proyecto, por lo que con los valores estimados y descritos en los capítulos IV y VI, se pudo confirmar la tendencia de que las especies dentro del área del proyecto se encontraron en los muestreos del SA, por lo que las especies afectadas con el cambio de uso de suelo se encuentran distribuidas en la región, lo que significa que no son especies únicas en el sitio y que se encuentran representadas en el sistema ambiental (SA) definido y, no se pone en riesgo la biodiversidad de la flora. Aunado a las medidas de mitigación como lo son el programa de rescate de flora y la reforestación del predio de compensación adicional con las mismas especies nativas existentes.

Tabla 152. Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo del AP y SA

Especie	Sistema Ambiental		Área del Proyecto (CUSTF)		Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	IVI		
Acacia cochliacantha	31.1	5.64%	31.1	9.91%	0.0	-4.27%
Acacia hindsii	6.7	2.72%			6.7	2.72%
Amphipterygium adstringens	8.9	3.93%	60.0	9.94%	-51.1	-6.01%
Apoplanesia paniculata	26.7	6.53%	122.2	17.46%	-95.5	-10.93%
Bursera excelsa	8.9	2.73%	31.1	9.22%	-22.2	-6.49%
Bursera grandifolia	131.1	31.05%	182.2	35.06%	-51.1	-4.00%
Bursera simaruba	40.0	5.18%	53.3	9.26%	-13.3	-4.08%
Cenostigma eriostachys	102.3	20.12%	44.4	8.72%	57.9	11.40%
Cascabela ovata	26.6	4.27%	4.4	2.80%	22.2	1.47%
Casearia nitida	100.0	6.98%			100.0	6.98%
Ceiba aesculifolia	42.2	6.23%	17.8	5.37%	24.4	0.87%
Chloroleucon mangense	28.9	5.02%			28.9	5.02%
Cordia alliodora	35.5	6.84%			35.5	6.84%
Cordia dentata	20.0	5.30%	31.1	14.13%	-11.1	-8.83%
Cordia elaeagnoides	31.1	16.95%	37.8	32.60%	-6.7	-15.65%
Cordia seleriana	55.5	9.64%	71.1	25.20%	-15.6	-15.56%
Coulteria platyloba	340.0	23.18%	37.7	6.81%	302.3	16.38%
Crataeva tapia	108.9	11.06%	75.6	13.38%	33.3	-2.32%
Ficus velutina	6.7	2.10%	4.4	2.86%	2.3	-0.76%
Forchhammeria pallida	111.1	11.37%			111.1	11.37%
Guazuma ulmifolia	40.0	6.57%	20.0	8.89%	20.0	-2.32%
Haematoxylum brasiletto	53.3	8.93%			53.3	8.93%
Heliocarpus terebinthinaceus	242.2	26.06%	417.7	53.68%	-175.5	-27.62%
Jacaratia mexicana	6.7	2.70%			6.7	2.70%
Lonchocarpus constrictus	53.3	11.31%			53.3	11.31%
Lonchocarpus eriocarinalis	28.9	5.03%			28.9	5.03%
Lysiloma divaricatum	6.7	3.34%	6.7	3.96%	0.0	-0.62%
Margaritaria nobilis	4.4	2.28%			4.4	2.28%
Pithecellobium dulce	4.4	1.98%	28.9	11.50%	-24.5	-9.52%
Recchia mexicana	26.6	4.43%			26.6	4.43%
Roseodendron donnell-smithii	322.2	17.60%			322.2	17.60%

Especie	Sistema Ambiental		Área del Proyecto (CUSTF)		Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	IVI		
Senna atomaria	6.7	3.50%			6.7	3.50%
Spondia purpurea	37.8	11.90%	28.9	9.74%	8.9	2.15%
Styrax ramirezii	48.9	7.54%	37.7	9.54%	11.2	-2.00%
Total	**2,144.3**	**300.00%**	**1,344.1**	**300.00%**	**800.2**	

Fuente: Elaborado a partir de los datos del inventario forestal del área de CUSTF y SA.

Como se observa todas las especies presentes en el estrato arbóreo identificadas en el área de proyecto se encuentran representadas de manera abundante en el SA, por lo que no se tienen especies únicas en el sitio del CUSTF, todas las especies están presentes en la Selva Baja Caducifolia, lo anterior, se confirma la estructura vegetal, dado que las especies dominantes fisionómicas son las que en mayor presencia se encuentran, mientras que las que tienden a estar de manera aislada en el área del proyecto forman parte tipo de vegetación que a la vez si se encuentran representadas en el SA de manera más afín a la comunidad florística.

Riqueza de especies y biodiversidad de la fauna

Con relación a la Riqueza de especies y la biodiversidad de Fauna, se ha realizado un comparativo entre la información recabada en los muestreos del SA y la obtenida directamente en los sitios propuestos para el cambio de uso de suelo forestal (área del proyecto), mismos que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 153. Comparativo de riqueza específica por grupo faunístico a nivel sistema ambiental y área del proyecto

Taxa	Área del Proyecto	Sistema Ambiental
Anfibios	-	-
Aves	29	48
Mamíferos	6	13
Reptiles	10	17
Total	**45**	**78**

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del estudio de fauna silvestre en el área de CUSTF y SA.

Tabla 154. Comparativo de abundancia por grupo faunístico a nivel sistema ambiental y área del proyecto

Taxa	Área del Proyecto	Sistema Ambiental
Anfibios	0	0
Aves	202	318
Mamíferos	25	54
Reptiles	56	92
Total	**283**	**464**

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del estudio de fauna silvestre en el área de CUSTF y SA.

Tabla 155. Comparativo de Índice de Shannon y Weaver por grupo faunístico a nivel sistema ambiental y área del proyecto

Taxa	H' Área del Proyecto	H' Sistema Ambiental
Anfibios	-	-
Aves	3.198	3.672
Mamíferos	1.691	2.515
Reptiles	2.209	2.646

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del estudio de fauna silvestre en el área de CUSTF y SA.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que en el SA se tienen mejores condiciones de riqueza, abundancia y biodiversidad que en el área del proyecto, a pesar de que el muestreo realizado en sitios dentro del SA no necesariamente refleja la totalidad de las especies posibles (fauna potencial), debido a la imposibilidad de

muestrear la totalidad del área, la cual tiene una superficie de **8,527.28 hectáreas**, por lo que la riqueza y abundancia aún es mayor. Es importante señalar que, en el área del proyecto se identificó una serie de especies únicas, es decir, avistadas una única ocasión, esto se debe a la temporalidad en la que el muestreo fue realizado.

De acuerdo al listado de fauna, se tiene 17 especies endémicas de México en el SA y 10 en el área del proyecto donde se destaca en ambos casos los grupos de mamíferos y reptiles, en el área del proyecto se identificó a *Cyanocorax sanblasianus, Trogon citreolus, Notocitellus annulatus, Osgoodomys banderanus, Sciurus colliaei, Anolis nebulosus, Holcosus undulatus, Sceloporus pyrocephalus, Sceloporus utiformis* y *Urosaurus bicarinatus;* bajo la categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se tienen 3 especies lo cual representa únicamente el 6.66% de la fauna total registrada en el CUSTF dentro de las cuales se encuentran *Sternula antillarum, Thalasseus elegans* y *Iguana iguana*, estas especies se encuentra representadas en el SA, por lo que su rescate y reubicación no supone riesgo alguno para la fauna silvestre de la zona.

Para evitar las afectaciones a estas especies y en general a cualquier especie presente en la zona del proyecto, previo a ejecutar el cambio de uso de suelo forestal se llevará a cabo un Programa de Rescate y Reubicación de fauna (Anexo), cuyo propósito es rescatar y reubicar en la zona de conservación la mayor cantidad de individuos susceptibles de rescate, para garantizar la permanencia de ejemplares que pudieran ser afectados directamente con la remoción.

El impacto potencial de afectación a la fauna incluyendo las especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se centra en las especies terrestres de lento desplazamiento principalmente, debido a que para el caso de las aves por sus condiciones de desplazamiento aéreo y la habilidad de los mamíferos tienden a desplazarse con mayor facilidad ante la presencia humana, por lo que con prácticas de ahuyentamiento que se detallan en el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna anexo al presente estudio, se evitan daños a dichas especies.

Con la implementación correcta de este Programa de rescate, los grupos faunísticos encontrados en la SA y en el sitio del proyecto no se verán comprometidos por el desarrollo del proyecto, debido a que estas especies se pueden trasladar en zonas aledañas al proyecto donde cumplen las mismas condiciones del predio sujeto a CUSFT.

Conclusiones

Es importante señalar que en el área del proyecto no se encuentran especies únicas, que el área no está sobre ningún área de protección de flora y/o fauna y que no se tienen condiciones medioambientales para endemismos locales. En el **caso de la flora NO se encontró ninguna especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010** y para la fauna se encontró 3 especie en categoría de riesgo, que serán primordial durante la ejecución de las actividades de ahuyentamiento y rescate de las especies de fauna, por lo que se puede concluir que con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal no se pone en riesgo la permanencia de las especies en el área del proyecto y en la región.

En lo que corresponde a las especies de fauna, se demuestra que la composición de la fauna en el área propuestas para cambio de uso de suelo en comparación con las áreas muestreadas dentro de los mismos ecosistemas en el SA fue superada, por lo tanto, las condiciones de la fauna no se verán disminuida o afectada. De igual manera, es importante mencionar que el área que se pretende impactar por el cambio de uso de suelo no se encuentra dentro de algún sitio prioritario para la conservación de especies de anfibios, reptiles, mamíferos.

De acuerdo con la información descrita anteriormente, se puede concluir que el sitio del proyecto NO se encuentra en una zona de especies únicas, y con las medidas de mitigación propuestas no se verá

significativamente afectada la biodiversidad con la realización del proyecto. El SA cuenta con áreas mejor conservadas y con mayor diversidad dentro de sus límites. **Se concluye que las posibles afectaciones a la biodiversidad son de escala puntual y de carácter reversible, por lo que no se pone en riesgo la pérdida de alguna especie y en consecuencia la biodiversidad.**

IV.3.6 RETENCIÓN DEL SUELO DENTRO DEL ECOSISTEMA (PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS)

Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por procesos de erosión eólica e hídrica. La degradación del suelo se define como "un grupo de procesos que ocasionan el deterioro del recurso, los cuales provocan una disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad".

Este servicio se identifica con una calificación de afectación baja en función de las características de relieve, de pendientes y gradientes de altitud suaves, que ocasionen que cuando se realice la remoción de vegetación se genere un proceso de pérdida de suelo por erosión hídrica.

Con respecto a la erosión eólica, la remoción de la vegetación en el proyecto generará suelo desnudo durante la preparación del terreno para la construcción del proyecto, dejando al suelo durante este tiempo susceptible a este tipo de degradación. Con las medidas de mitigación se estarán atenuando los efectos erosivos por el viento.

Grado de erosión potencial actual del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

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.

Tipos de erosión:

1. Origen:
    a. Natural.
    b. Antrópica.

2. Agentes causantes:
    a. Hídrica (por agua).
    b. Eólica (por viento).

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 por otro lado la erosión 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.

De acuerdo con lo anterior, se ha estimado el grado de erosión o pérdida de suelo que actualmente presenta el área del proyecto en las **0.9308 hectáreas** de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), considerando la **erosión hídrica** como la más importante por la condición de clima cálido subhúmedo que

predomina en la zona del proyecto**.** Posteriormente se hace una estimación del grado de pérdida de suelo que se tiene en el sitio considerando la eliminación de la vegetación, esto es ejecutando el cambio de uso de suelo y así generar el escenario con proyecto.

Evaluación de la erosión hídrica

La evaluación de la erosión potencial hídrica se realizó utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo **EUPS** (Wischmeier y Smith 1978), la cual 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 EUPS determinan el riesgo de erosión en un área determinada. La estimación de erosión potencial es anual y la EUPS 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:

$$\mathbf{A= R K L S C P}$$

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 de suelos, para tener una panorámica de los niveles de erosión actuales y con el proyecto se utilizó la clasificación establecida por la FAO-PNUMA[110].

Tabla 156. Clasificación de los niveles de erosión de acuerdo con la tasa de pérdida de suelo (FAO, 1980)

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 área de CUSTF se utilizó un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 10.8) a través de la creación de un modelo algebraico de mapas con las variables de la ecuación de la **EUPS**.

Para la ejecución de la ecuación (EUPS), se dispuso de la información de las variables de la ecuación mediante valores en cartografía digital para cada uno de ellos, esto es dando los valores numéricos por pixel de 25 m^2 (5 x 5 metros).

La descripción de la fuente de cada variable de la EUPS se describe en la tabla siguiente:

Tabla 157. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor R de la EUPS (RUSLE).

[110]FAO-PNUMA-UNESCO (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos.

Factor	Fuente	Descripción
R	ECUACIÓN GENERADA POR CORTÉS 1991. DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA ESTACIÓNES METEOROLÓGICAS CERCANAS, ADMINISTRADAS POR CONAGUA	Corresponde a la erosividad de la lluvia, es decir el potencial de ocasionar erosión la energía cinética con que golpea las gotas al suelo y su duración. Para el cálculo se precedió a hacerlo mediante la ecuación generada por Cortés (1991) para la **región X de las 14 regiones de erosividad de la lluvia en México.** $$R = 6.8938\ X + 0.000442\ X^2$$ Donde: R: Valor del factor R (índice de erosividad expresado en MJ mm/ha h) X: Precipitación media anual del pixel de la isoyeta 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 de la zona, 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. Con los valores de precipitación y la aplicación de la ecuación se generó un ráster de distribución de la erosividad de la lluvia (R), este valor de la erosividad es dependiente de la precipitación de las isoyetas calculada y los valores de cada pixel, por lo que no se tiene un valor único dentro del área del proyecto, puesto que la precipitación modelada con las interpolaciones es distinta para cada píxel.

Tabla 158. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor K de la EUPS (RUSLE).

Factor	Fuente	Descripción
K	VALORES DE K, GENERADOS POR CORTEZ (1991) CITADO POR BECERRA[111] (1999). CARTA DE TIPO DE SUELOS 1:50,000 DE INEGI	Este factor representa la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica. Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. De acuerdo con lo anterior, la erodabilidad del suelo depende de las características físicas del mismo, para lo cual se obtuvieron los tipos de suelo y sus características de la carta edafológica 1:50,000 E13B42 elaboradas por el INEGI, para el área de estudio. Una vez obtenida la información del tipo de suelo se realizó la interpretación de los valores de K generados por Cortez (1991) citado por Becerra (1999).

[111]Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo.

Factor	Fuente	Descripción
		Estos valores se asociaron como atributos del mapa vectorial de los polígonos de las asociaciones de suelo, luego se hizo la transformación a mapa digital ráster otorgando el valor correspondiente por cada pixel de 25 m^2 del área de estudio. Para su proceso en el *Model Builde*r y su posterior uso con el módulo de la **EUPS**. Ver siguiente de los valores de K por tipo de suelo

Tabla 159. 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
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	Rc	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
Jc	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
Jt	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

Orden	*Textura*			*Orden*	*Textura*		
	G	*M*	*F*		*G*	*M*	*F*
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)

Tabla 160. Valores del Factor K en el sitio del Proyecto

Clave edafológica	Unidad 1	Unidad 2	Textura	K 1	K 2	Factor K promedio
Re/1	Regosol éutrico		Gruesa	0.026		0.026

Fuente: Becerra, 1999.

Tabla 161. Descripción de la fuente y metodología de obtención de los factores L y S de la EUPS (RUSLE)

Factor	Fuente	Descripción
L y S	MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL DEL INEGI CON UNA RESOLUCIÓN DE 15 METROS	El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores longitud (L) y grado de pendiente (S). A pesar de que son factores diferentes y se calculan por separado, para efectos prácticos y dado que se utiliza el mismo insumo se hace de manera conjunta. 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. Para el caso de este estudio, el cálculo del factor LS se llevó a cabo a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del terreno 5 metros de resolución, obtenido del modelo de elevación digital del INEGI el cual lo generó a través de un vuelo. Como herramienta, se utilizó el ArcGIS para el cálculo de este proceso. Una vez obtenidos los valores del MDE a nivel píxel de 25 m^2, se utilizó la siguiente ecuación: $$LS = \left[\frac{\lambda}{22.1}\right]^m \left[\frac{0.043s^2 + 0.3s + 0.43}{6.613}\right]$$ Donde: LS: Factor de longitud y grado de pendiente λ: Longitud de la Ladera s: Pendiente del terreno m: Valor dependiente de la pendiente media según la siguiente expresión: $$m = \frac{\frac{sen\phi}{0.0896\left(3(sen\phi)^{0.8}\right)+0.56}}{1+\frac{sen\phi}{0.0896\left(3(sen\phi)^{0.8}\right)+0.56}}$$ ϕ: pendiente media en grados

Factor	Fuente	Descripción
		El valor de s varía de acuerdo con las siguientes reglas: • Para pendiente menores del 9% s = 10.8 (senϕ) + 0.03 • Para pendiente mayores del 9% s = 16.8 (senϕ) - 0.5 Esta ecuación forma parte del mismo proceso de la ecuación universal de pérdida de suelo.

Tabla 162. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor C de la EUPS (RUSLE)

Factor	Fuente	Descripción
C	VALORES DE LA TABLAIV.12 CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DE ACUERDO A ORTOFOTOS DIGITALES Y RECORRIDOS DE CAMPO	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 EUPS 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 densidad 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 en el área de estudio, se han adoptado los criterios descritos en el libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (Ministerio de Medio Ambiente de España, 1998)[112] referido a ecosistemas naturales: • Bosques y selvas Además de la clasificación en alguno de los diferentes tipos estructurales de vegetación, se consideran otras dos variables de entrada: % de cubierta en contacto con el suelo (fracción de cabida cubierta, FCC) y el porcentaje de vegetación en contacto directo con el suelo (cubrimiento del suelo). Tomando la clasificación de la vegetación del área del proyecto, se identificaron las condiciones de la vegetación y cubierta del suelo para identificar los valores del factor C. Para el área de estudio se clasificó la vegetación de selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva por lo que presenta un grado de conservación, así mismo el camino de acceso o brecha existente.

Tabla 163. Valores de C para bosques y selvas (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

[112]TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p

% de cabida cubierta	% de cubierta en contacto con el suelo (1)	Tipo de Ordenación (2)	
		C	NC
40 – 20 (3)	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 de pastizales, matorrales y arbustos.

Tabla 164. Valores de C en las áreas forestales del proyecto

Vegetación	Densidad	Recubrimiento vegetal	Cubierta en contacto con el suelo	Valor de C
Sin vegetación	Camino de acceso existente	0 %	0 %	0.45
Selva Baja Caducifolia	Densidad alta, áreas con una cobertura vegetal de arbórea y arbustiva que presentan un cubrimiento del suelo alto sin control del pastoreo, con una cubierta en contacto con el suelo con restos vegetales sin descomponer	60 %	60%	0.05

Tabla 165. Descripción de la fuente y metodología de obtención del factor P de la EUPS (RUSLE)

Factor	Fuente	Descripción
P	ASIGNACIÓN DE UN VALOR UNITARIO, DEBIDO A QUE EN EL ÁREA DE ESTUDIO NO EXISTEN PRACTICAS DE CONSERVACIÓN	El factor P de la EUPS 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 nuestra evaluación que contempla la estimación del incremento de la erosión hasta el descapote por lo que este factor tiene un **valor de 1** 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 actual del área.

Estimación de la erosión actual (procesamiento de la información)

Una vez que se generan las capas de información en formato Raster 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 "*Model Builder*" en el Sistema de Información Geográfica ArcGis, estimando el valor de erosión potencial actual para el área de CUSTF.

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 pixel de 25 m^2 y el *model builder* realizó el procesamiento algebraico de los datos para ejecutar la ecuación universal de pérdida de suelos.

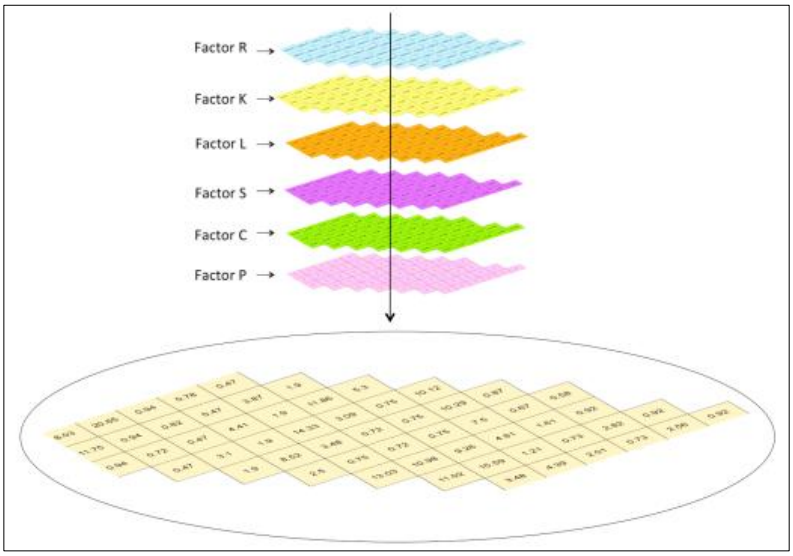


Figura 128. Ejemplificación del proceso realizado en el SIG.

Una vez procesada la información de las diferentes capas y la multiplicación de los valores a nivel píxel, se obtuvo una malla de resultados a nivel pixel, como se muestra en la figura anterior. 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 siguientes resultados:

Tabla 166. Nivel de erosión hídrica del área de CUSTF actualmente sin proyecto.

Grado	Rangos Ton /Ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.8768	89.94
Moderada	10-50	0.0691	7.08
Fuerte (severa)	50- 200	0.0290	2.98
Muy Fuerte	>200	0	0
Total		**0.9749**	**100.0**

Como se observa en la tabla anterior los niveles de erosión dentro del proyecto se encuentran en niveles bajos donde el 89.94% del área se encuentra en un nivel leve o ligero y sólo el 7.08% en un nivel moderado y el 2.98% para el nivel fuerte y finalmente el nivel muy fuerte el 0%, estas categorías se presentan en el camino de acceso al estar expuesto el suelo tiende a erosionarse, lo cual indica que la erosión hídrica en la zona no es problema o riesgo de deterioro del suelo.

Tabla 167. Erosión hídrica promedio del área del proyecto actualmente sin proyecto.

Concepto	Erosión (ton/ha/año)	Clasificación FAO
Erosión potencial promedio	6.99	Leve (ligera)

Nota: En virtud de que se trata de un proceso digital en un sistema de información geográfica no se cuenta con una memoria de cálculo, ya que se trata de la ejecución de la ecuación a nivel pixel de 25 m^2 y los resultados de la misma manera son a nivel del píxel y agrupados posteriormente de acuerdo a la clasificación de la FAO.

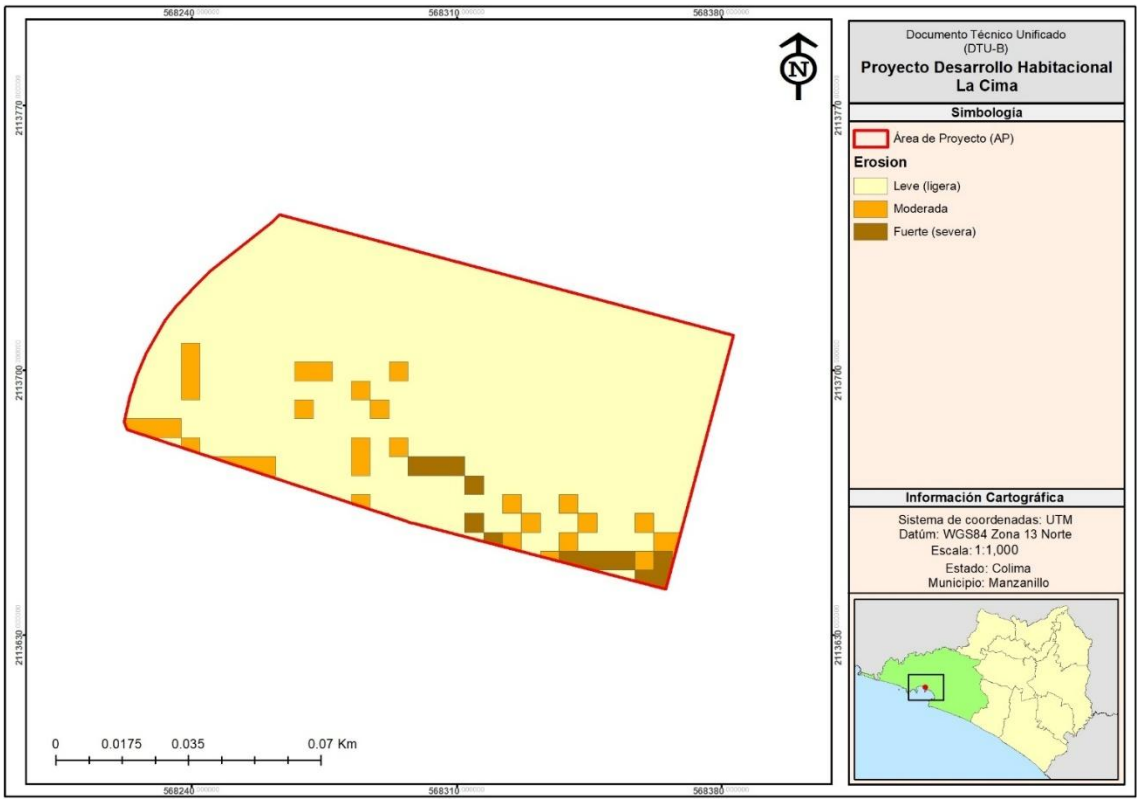


Figura 129. Niveles de erosión en el sitio del proyecto.

Escenario de la erosión con el CUSTF

Este escenario representa los niveles de erosión una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y sin considerar medidas de mitigación, con lo cual se estima el incremento en los niveles de erosión a causa del proyecto, siendo el desmonte de forma gradual durante 18 meses, mientras que la reforestación será actividad ejecutada en el primer año por lo que antes de concluir el CUSTF ya se tendrán áreas en proceso de restauración.

Considerando la afectación por el desmonte de las áreas forestales en la superficie forestal de **0.9308 ha** con la ejecución del proyecto, y valorando únicamente el proyecto hasta la etapa del desmonte, se realizó el mismo proceso que con el escenario actual y sólo **se modificó el factor C con el proyecto** (capa ráster), considerando la eliminación de la vegetación forestal, siendo este **factor de 0.26** obtenido de la tabla de valores del libro "Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión" (áreas sin vegetación apreciable ver tabla siguiente. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos (TRAGSA, 1998), este valor corresponde a una cobertura de vegetación de herbáceas y mantojos con un recubrimiento del suelo de 0% por lo que se estaría suponiendo una condición desmontada, ejecutando el derribo y remoción de la cubierta forestal.

Tabla 168. 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 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

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
		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.

Con la modificación de la variable de la cobertura del suelo (factor C) se procedió a correr de nuevo el modelo de la "EUPS" en el SIG, considerando las demás variables (pendiente, longitud, precipitación y suelo) con sus valores iniciales.

Los resultados de la nueva ejecución del modelo de erosión se presentan en la siguiente tabla de acuerdo con los niveles dados por la FAO (1980), esta superficie del análisis es únicamente del área del proyecto de CUSTF.

Tabla 169. Clasificación de los niveles de erosión hídrica en el área del proyecto total .

Grado	Rangos Ton /Ha/año	Área (ha)	Porcentaje
Leve (ligera)	< 10	0.2164	22.19
Moderada	10-50	0.6935	71.13
Fuerte (severa)	50- 200	0.0651	6.68
Muy Fuerte	>200	0.0	0.0
Total		4.7978	100

Como se cuantifica el aumento de la erosión por la actividad del desmonte o remoción de la vegetación que actualmente cuenta las **0.9308 ha** se puede deducir que en la actualidad el 89.94% de la superficie propuesta de CUSTF está en categoría de leve mientras que con la ejecución del proyecto hasta la etapa de desmonte esta superficie en este nivel baja al 22.19% pasando la diferencia hacia niveles mayores de erosión hacia la categoría de moderada donde tendría un incremento del 64.05% de la superficie del proyecto, y el nivel fuerte con el 3.7% mayores a los niveles que se tienen actualmente.

En la tabla siguiente se presenta el promedio para toda el área de proyecto una vez ejecutado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla 170. Erosión hídrica con el CUSTF en el área del proyecto.

Concepto	Erosión con proyecto (ton/ha/año)	Clasificación FAO
Erosión Potencial Promedio	22.80	Moderada

De acuerdo con el análisis comparando los niveles medios de erosión hídrica en toneladas por hectárea por años el actual (6.99) y con el proyecto (22.80) se tendría un incremento potencial de 15.81 ton/ha/año si multiplicamos este volumen por el área del proyecto (0.9308 ha) **se estima una pérdida de suelo anualmente en lo que se ejecuta el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 14.71 toneladas por año a consecuencia del CUSTF.**

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 siguiente tabla se representan los niveles de erosión que se incrementan a causa del CUSTF.

Tabla 171. Incremento de la Erosión por el CUSTF.

Clase de erosión	Erosión actual (ton/año)	Erosión con CUSTF (ton/año)	Incremento (ton/año)
Erosión hídrica (ton/ha/año)	6.99	22.80	15.81
Erosión hídrica total (ton/año)	6.51	21.22	14.71

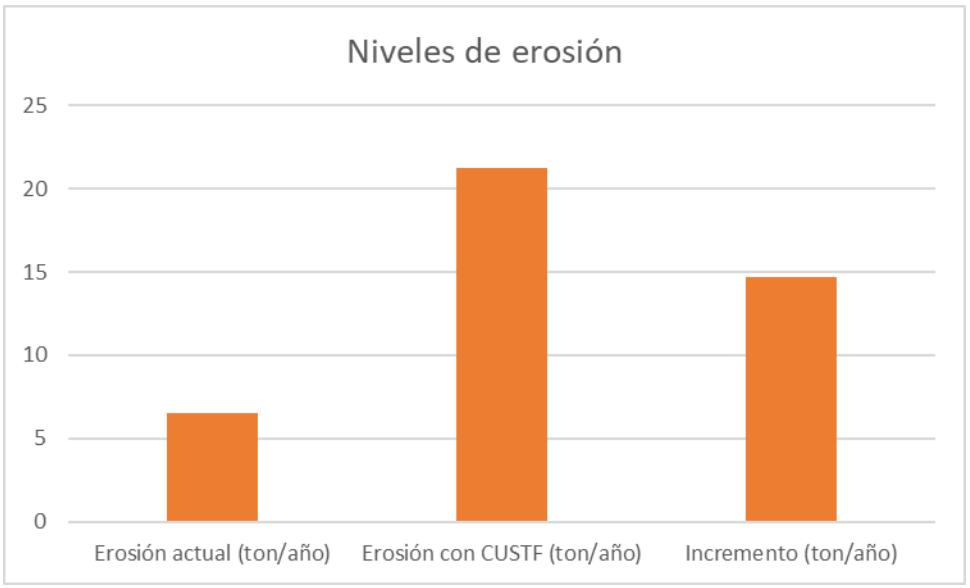


Figura 130. Incremento de la erosión a causa del CUSTF.

Como se puede observar en la tabla y en la ilustración, se tiene un incremento de pérdida de suelo del orden de **14.71 toneladas/ año** con la ejecución del cambio de uso de suelo.

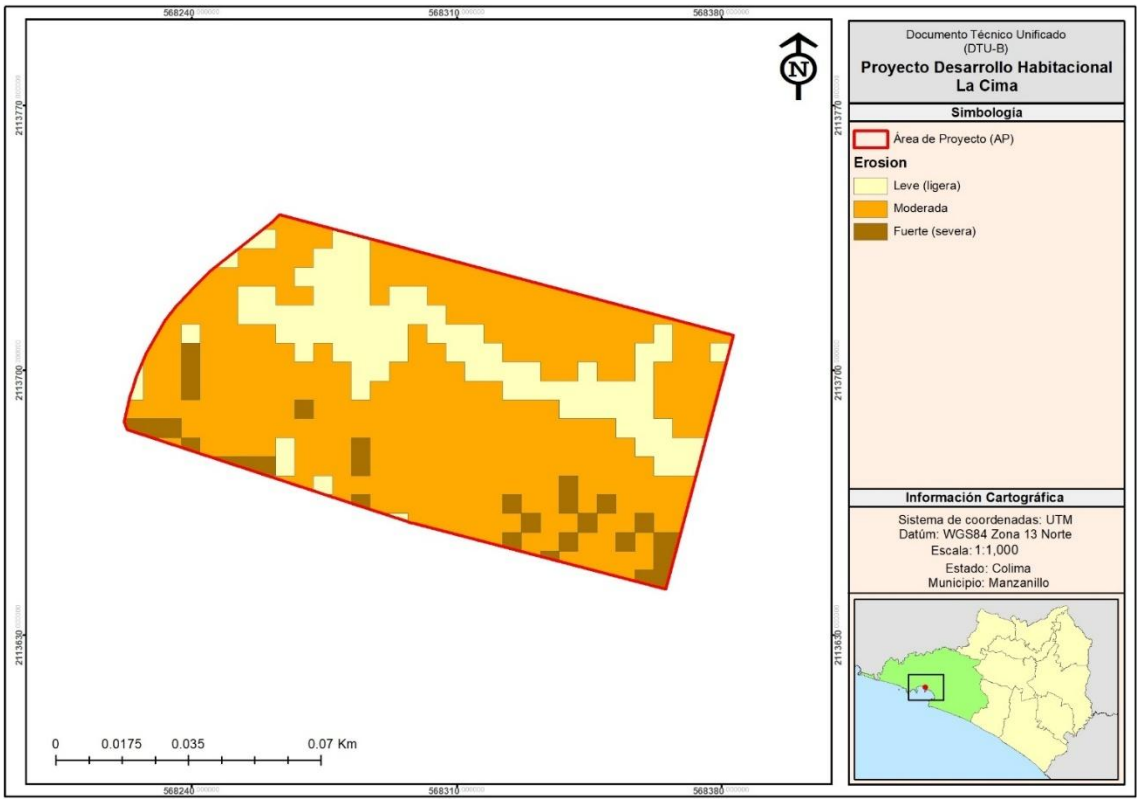


Figura 131. Erosión hídrica del CUSTF en el sitio del proyecto.

Tabla 172. Erosión potencial hídrica en dos escenarios.

Concepto	Erosión actual sin proyecto (ton/ha/año)	Erosión con proyecto (ton/ha/año)
Erosión Potencial Promedio	6.99	22.80

Los niveles de erosión que se incrementarán a causa del CUSTF se verán reducidos con las medidas de mitigación y compensación propuestas y señaladas en el capítulo VI y VII, donde de manera general se llevará una compensación de un predio adicional en una superficie de 1.10 ha más de las obras de conservación de suelo y agua, con esto se estaría cumpliendo el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento en vigor.

Escenario de la erosión potencial con medidas de mitigación

El diseño del proyecto que contempla cunetas y canalizadores de agua hacia las obras de conservación de suelo y agua que serán trampas para los sólidos, bajo este diseño no se verterán sedimentos fuera del proyecto, estas obras que se pretenden construir para atrapar los sedimentos provenientes del proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción, estas obras consisten en una serie obras que se construirán en la parte baja sobre la zanja de infiltración que fue descrita previamente, misma obra que servirá como retenedoras para el manejo de las escorrentías del proyecto, con el objetivo de retener la totalidad de los sedimento o erosión del proyecto, la cual tiene por objetivo, compensar los impactos a generar por el proyecto en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en las tablas anteriores. Por lo anterior, se identificaron áreas en donde el promovente cuenta con la posibilidad de realizar las actividades de restauración con las siguientes acciones y superficies:

Tabla 173. Actividades y superficies para la mitigación de la erosión.

Polígono	Acción o actividad	Área (ha)
Sitio del proyecto, que durante la ejecución se pretende llevar a cabo medidas para retener los sedimentos o la erosión del suelo	Canaletas de conducción de agua Fosas de sedimentación	0.9749
Parte baja del sitio del proyecto, que durante la ejecución se pretende llevar a cabo medidas para retener los sedimentos o la erosión del suelo	Zanjas de infiltración	0.9749
Reforestación de las áreas verdes como las jardineras y el perimetral además del área verde a conservar en el sitio del proyecto	Reforestación con especies nativas y de ornato	0.3504
Área de compensación adicional que actualmente presenta una baja cobertura arbórea y que el promovente cuenta con las facilidades de su ejecución	Reforestación Terrazas individuales Barreras de material muerto	1.1

Obras de conservación del suelo y agua en el sitio del proyecto

Para captar y conducir el agua de las cunetas y en general de las estructuras que conduzcan agua durante los eventos de precipitación en el área del proyecto, se habilitarán fosas de sedimentación sobre el camino de acceso, estas obras serán temporales durante la preparación del sitio y construcción, con la finalidad de reducir la velocidad del agua y captar los sedimentos que se pudieran acarrear, lo que permitirá que posteriormente esos escurrimientos lleguen a los arroyos cercanos con la menor cantidad posible de sedimentos.

De acuerdo con estas características se tiene planeado habilitar una serie fosas de sedimentación en el área del proyecto, ubicadas estratégicamente y que en un momento dado durante la operación se podrán habilitar las que sean necesarias. Este tipo de estructuras han sido ampliamente utilizado con buenos resultados.

Fosas de sedimentación

La fosa de sedimentación tiene las siguientes medidas 0.5 metros de ancho, 1.5 metros de largo y 0.5 metro de profundo y se habilitará con retroexcavadora, dejando las paredes de la fosa de manera natural, por lo que no se requerirá de obra civil.

Las fosas de sedimentación serán de 0.375 m^3 de capacidad (0.5x1.5x0.5) y se pretende realizarlas con maquinaria tipo retroexcavadora y con paredes del material geológico existente, en los sitios de estos escurrimientos con el propósito de controlar el posible acarreo de azolve.

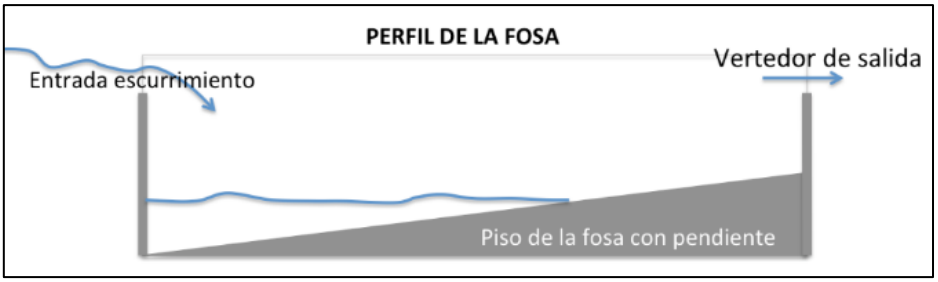


Figura 132. Perfil de las fosas.

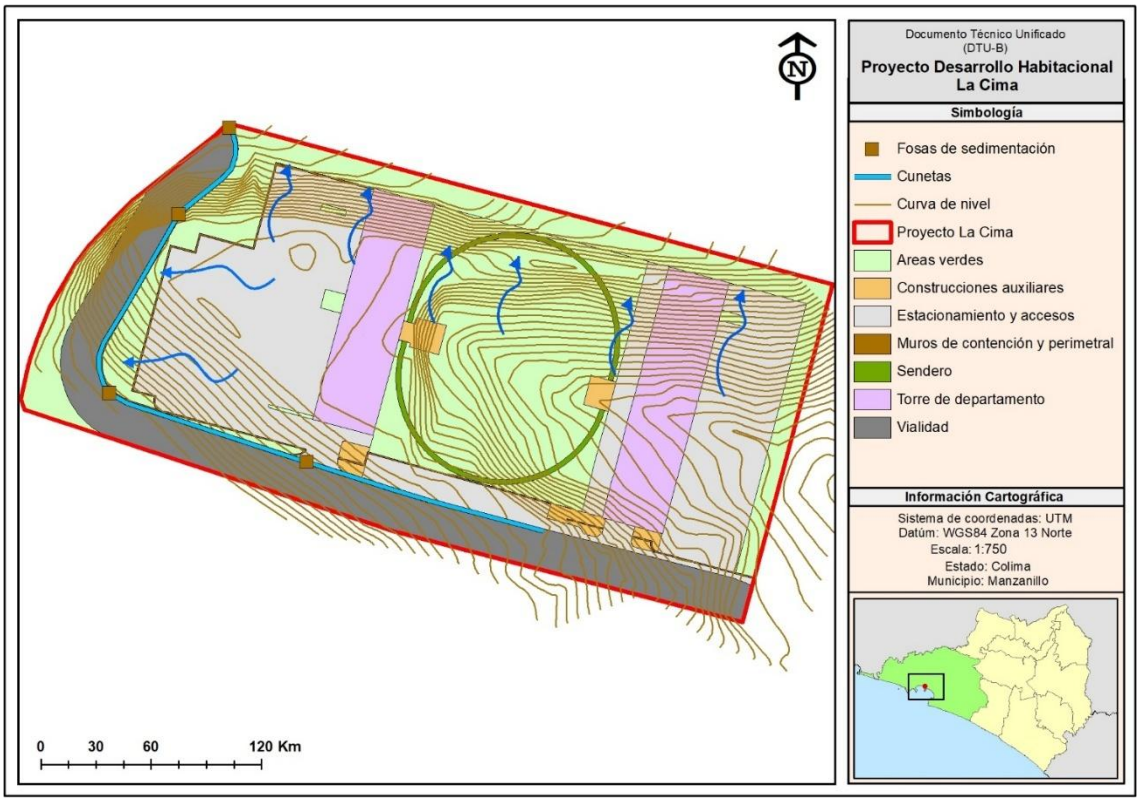


Figura 133. Fosas de sedimentación durante la vida útil del proyecto.

Tabla 174. Coordenadas UTM del punto central de las fosas de sedimentación.

No.	X	Y
1	568263	2113740
2	568253	2113723
3	568240	2113688
4	568279	2113674

Medidas de mitigación a considerar

Considerando las condiciones generales del sitio del proyecto podemos mencionar las siguientes medidas de mitigación y preventivas que inciden de manera directa o indirecta en la erosión del sitio del proyecto:

- Como medida de mitigación, el proyecto contempla un diseño urbano que a través de cunetas conducirá el agua y escurrimientos interiores del sitio del proyecto y con la implementación de fosas de sedimentación se estará evitando de esta manera la aportación de sólidos hacia fuera del sitio del proyecto, siendo esta forma la principal medida que evitará la afectación de la hidrología en su conjunto.
- En las calles y en el camino de acceso se construirán cunetas para el manejo de la precipitación y su canalización hacia las fosas de sedimentación, que como se ha mencionado esto manejará las escorrentías y reducirá la erosión en canalillos evitando la aportación de azolves hacia el exterior del sitio del proyecto.

De acuerdo con el sistema de urbanización y las medidas del manejo de las precipitaciones se tiene definido un sistema de circulación del drenaje pluvial para ser canalizado a una fosa de sedimentación, mediante una pendiente moderada y finalmente se captarán los sedimentos en las zanjas de infiltración a construir en la zona baja del proyecto, que permita que al tener una precipitación se canalicen las aguas hacia dicha fosa de

sedimentación ubicada estratégicamente para que cumpla la función de retener los sedimentos que pueden acarrearse y disminuir la velocidad del agua.

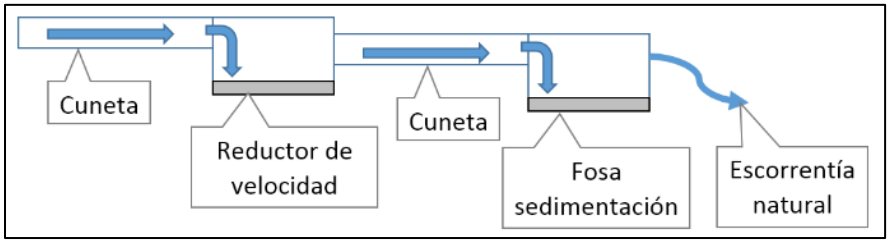


Figura 134. Funcionamiento de los reductores y fosa de sedimentación.

Reforestación del predio de compensación

Como medidas adicionales a las descritas anteriormente para contener la erosión del suelo se pretende realizar una reforestación en **1.1 ha además de las terrazas individuales adicionalmente como obras de conservación de suelo y agua, esto como medida de compensación ambiental**.

Para la estimación de la erosión potencial en un tercer escenario con medidas de mitigación y restauración de esta área se utilizó la ecuación universal de pérdida de suelos (EUPS). El procesamiento de la información fue con la misma metodología utilizada con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica que se detalla en el DTU.

Beneficios por tener por las acciones de reforestación, (tomado de GIRALDO L., L. G, 2002):

- Aumento de la infiltración.
- Aumento de la intercepción.
- Aumento del amarre del sistema radicular.
- Disminución del impacto por las gotas de lluvia al suelo.
- Mayor integración al suelo.
- Disminución de la escorrentía superficial.
- Disminución del flujo de crecida.
- Disminución de la erosión.
- Disminución de la masa de desechos.
- Disminución de producción de sedimento.

El IMTA en la memoria técnica del proyecto de "*Formulación Del Programa Regional Hidrológico Forestal Para La Región VII Cuencas Centrales"* (CONAFOR-2003-C02-10506) menciona que la ejecución de todas las acciones de reforestación producirá impactos coadyuvando a una "recuperación forestal" que a su vez permita alcanzar un estado de maximización del recurso hídrico en las cuencas. La expresión de maximización del recurso hídrico podrá apreciarse de diferentes formas en las cuencas: una regulación hidrológica que permitirá generar corrientes limpias que fluyan en forma más permanente durante el año; se estará incrementando de manera importante las tasas de infiltración con su correspondiente aumento de caudal de manantiales, así como la percolación profunda del agua que impactará en la recarga de los acuíferos; la cobertura arbórea también permitirá la disminución de los escurrimientos superficiales en las vertientes o laderas logrando un flujo controlado, que representa menores avenidas; también se logrará una importante disminución de la erosión tanto hídrica como eólica al existir una cubierta vegetal protectora contra los escurrimientos superficiales no controlados y los fuertes vientos erosivos.

La CONAFOR en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales menciona que la reforestación es una práctica vegetativa importante para la protección, conservación y restauración de suelos, pero debe ser acompañada de diferentes prácticas mecánicas que aumenten la supervivencia, mejoren el desarrollo y con ello contribuyan a disminuir la degradación del suelo.

Estimación de la erosión en las áreas con reforestación y obras de conservación de suelo y agua

Tipo de medida: Compensación

Nombre de la obra o acción: restauración del sitio de compensación en 1.1 ha.

Descripción de la obra: Esta acción de compensación ambiental consiste en la reforestación con una densidad de 1283 plantas/ha y obras de conservación de suelo y agua como la terraza individual, esto dentro del polígono de compensación adicional, misma que comprende una serie de acciones que se detallan en el programa de restauración anexo.

Estimación de la erosión hídrica con la reforestación

Para el área del polígono de reforestación adicional o de compensación es distinto al área del proyecto. Para demostrar la disminución de la erosión por las acciones propuestas contra los ocasionados por la acción de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y demostrar que las acciones propuestas son iguales o mayores a los beneficios que actualmente presenta la superficie forestal a remover, se estaría cumpliendo el precepto establecidos en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable para la autorización respectiva, en el sentido de ***"que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal"***, fue necesario estimar los parámetros necesarios tomando como base los siguientes escenarios para las áreas propuestas de restauración, que corresponde a las mismas que de CUSTF y de las áreas que actualmente no poseen una cubierta forestal:

(1) **Escenario inicial (Área no forestal y cobertura baja)**: puesto que la reforestación se realizará en un predio que no es forestal actualmente aunado a las obras de conservación de suelo se llevarán a cabo en el sitio de compensación adicional y que presenta una superficie total de 1.1 ha, siendo este escenario el objetivo de recuperación del suelo y la infiltración.

(2) **Escenario con proyecto de restauración**: Es el escenario que se tiene una vez que se han emprendido las acciones dereforestación más la construcción de obras de conservación de suelo a través terrazas individuales y barreras sedimentadoras.

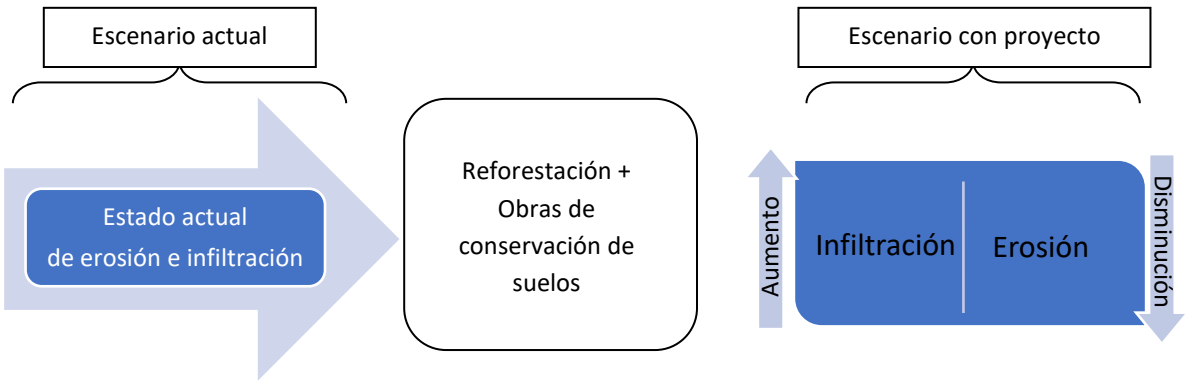


Figura 135. Proceso general de los escenarios de restauración.

Para cuantificar la erosión hídrica que se dejaría de generar por las acciones de reforestación y obras de conservación de suelo propuestas en el polígono adicional en las **1.1 ha**, se procedió a simular a través de la ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) considerando la reforestación y el enriquecimiento de rodales como medida de cambio de cobertura de suelo (Factor C) y las obras de conservación de suelo y agua (factor P).

Con base a la propuesta de restauración mediante el programa de reforestación (anexo), se consideró la modificación del factor C de la ecuación universal de pérdida de suelos, sobre el área reforestación, considerando las siguientes coberturas por año:

Tabla 175. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos.

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 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.
Fuente: Wischmeier y Smith (1978) en Morgan (1997).

Tabla 176. Valores del Factor K en el sitio del predio de compensación.

Clave edafológica	Unidad 1	Unidad 2	Textura	K 1	K 2	Factor K promedio
Re+I/1	Regosol éutrico	Litosol	Gruesa	0.026	0.007	0.0165

Fuente: Becerra, 1999.

Para el área de enriquecimiento de la vegetación se utilizaron valores promedio para obtener el valor de "C" actual y su modificación conforme se desarrolla la vegetación.

Tabla 177. Factor C considerado para el área de compensación adicional.

Año	Condición	Cobertura del suelo en %	Factor C
Actual	Establecimiento de la reforestación (escenario actual)	20	0.22

Año	Condición	Cobertura del suelo en %	Factor C
1	Reforestación con vegetación de altura baja con una cobertura del 30% y plantas herbáceas sin descomponer en el 25% del suelo	30	0.18
2	Reforestación con vegetación de altura baja con una cobertura del 40% y plantas herbáceas sin descomponer en el 50% del suelo	40	0.085
3	Reforestación con vegetación de arbolado sin matorral pequeño con una cobertura del 50% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 60% del suelo	50	0.042
4	Reforestación con vegetación de arbolado con una cobertura del 60% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 70% del suelo	60	0.009
5	Reforestación con vegetación de arbolado de más de 6 metros con una cobertura del 80% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 80% del suelo	80	0.003

De igual manera, se modificó el **Factor de Prácticas de Conservación (P)** de la ecuación universal de pérdida de suelos, debido a que se contempla las actividades de conservación del suelo, con la construcción de barreras de retención de suelo con material obtenido del desmonte, dicha acción se llevará a cabo en el predio de compensación adicional. Adicionalmente se realizarán terrazas individuales junto con la reforestación las cuales tendrán una densidad de 1,283 terrazas por hectárea para el sitio del reforestación. Para este caso en particular se consideró el factor P de 0.45 al considerar obras de terrazas individuales, así mismo se seleccionó el valor más conservador, definido por Becerra (1999)[113], el cual recomienda valores a considerar en la EUPS para obras de conservación de suelos de acuerdo a la pendiente. Estos valores son conservadores y muy similares a los que manejan otros autores como TRAGSA.

Tabla 178. **Valor del factor P Prácticas de conservación de suelos.**

Pendiente del terreno en %	Surcado al contorno	Franjas al contorno	Terraceo
1-2	0.6	0.3	0.12
3-8	0.5	0.25	0.10
9-12	0.6	0.30	0.12
13-16	0.7	0.35	0.14
17-20	0.8	0.4	0.16
21-25	0.9	0.45	0.18

Fuente: Becerra (1999).

La descripción del proceso y diseño de la restauración del sitio de compensación adicional y del sitio del proyecto se encuentra anexo en el programa de restauración y construcción de obras de conservación de suelo, mismo que se puede consultar.

[113] Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo

Para determinar la erosión potencial de las áreas propuestas para restaurar, se ejecutó de nuevo el modelo de la EUPS asumiendo los parámetros establecidos expuestos anteriormente, con el proyecto de restauración obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 179. Parámetros utilizados en la ecuación EUPS.

Factor	Fuente	Descripción
R	CNA	Corresponde a la erosividad de la lluvia, es decir el potencial de ocasionar erosión la energía cinética con que golpea las gotas al suelo y su duración se obtuvo a partir de los datos de precipitación de las normales climatológicas 1951-2010 de la zona, 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.
K	INEGI	Corresponde a la erodabilidad del suelo y depende de las características físicas del mismo, obtenido de la carta edafológica elaboradas por el INEGI, de la carta edafológica se recortó el suelo dentro del área de estudio para su posterior interpretación de los valores de K generados por Cortez (1991) citado por Becerra (1999)[114].
L	INEGI	Es la longitud de la pendiente y es variable de acuerdo al sitio, se obtuvo del modelo de elevación digital del INEGI elaborado con el vuelo lidar con una resolución de 5 metros
S	INEGI	Es pendiente y es variable de acuerdo con el sitio, se obtuvo del modelo de elevación digital del INEGI con una resolución de 5 metros.
C	TRAGSA (1998)[3]	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)[115] tal como se describió.
P	Becerra (1999)[2]	Valor de 0.45 al considerar obras de terrazas individuales y acomodo de material muerto.

Fuente: Elaborado a partir de valores obtenidos para cada una de las variables de la EUPS.

Una vez realizado el proceso en el sistema de Información geográfica, se obtuvieron los siguientes resultados de los niveles de erosión a reducir en el predio de compensación:

Tabla 180. **Erosión hídrica promedio por hectárea por polígono por año.**

Polígono	Acción a llevar	Erosión promedio ton/ha/año					
		Actual	1	2	3	4	5
Área de compensación adicional	Reforestación y obras de conservación de suelos y agua	21.55	7.93	3.74	1.85	0.39	0.13

Fuente: Elaborado a partir de valores calculados de la EUPS por año.

[114] Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo

[115] TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p

Tabla 181. **Erosión hídrica total en las áreas de reforestación.**

Polígono	Área (ha)	Erosión total ton/año en 1.1 ha					
		Actual	1	2	3	4	5
Área de compensación adicional	1.1	23.71	8.72	4.11	2.04	0.43	0.14

Fuente: Elaborado a partir de valores calculados de la EUPS por año.

De acuerdo con los cálculos obtenidos, la medida de restauración mediante la ejecución del programa de reforestación en el predio de compensación, en los cuales el promovente cuenta con las facilidades de realizar, **disminuye la pérdida potencial de suelos gradualmente**, hasta llegar al año 5 con una pérdida de suelos de 0.14 ton/año iniciando en 23.71 ton/año.

Tabla 182. Comparativo de la erosión hídrica por polígono con la restauración.

Área o polígono de ejecución	Área (ha)	Escenario año 1 ton/año	Escenario con restauración ton/año en el año 5	Disminución de erosión ton/año
Área de compensación adicional	1.1	23.71	0.14	23.57

Considerando el cambio de uso de suelo de terrenos forestales por el proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cima**" la erosión a incrementar es del orden de 14.71 ton/año en la superficie de 0.9308 ha, debido a que la compensación se realizará en un predio distinto al solicitado (compensación de 1.1 ha), se realizó la comparación de la erosión que se dejaría de aportar la cual es de 23.57 ton/año en las 1.1 ha.

Con esta disminución en la perdida potencial de suelos con la restauración del predio de compensación compensa el incremento que se da por la ejecución del proyecto en la erosión hídrica por el CUSTF, tendiendo un saldo positivo en el año 5 para la erosión hídrica.

Realizando un resumen de la disminución de la tasa erosión a causa de las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo y agua a ejecutar en el predio de compensación adicional se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 183. Comparativo de la erosión potencial por ha en los tres escenarios del sitio del proyecto

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	6.99	22.8	0.14

Obras de conservación de suelo y agua

Las obras de conservación de suelo y agua, que tienen por objetivo, mitigar los impactos a generar el desmote y despalme, a fin de disminuir la velocidad de los escurrimientos durante un evento de precipitación, así como contener el acarreo de azolves.

El diseño de las obras de conservación de suelos se ha basado en los controles necesarios para minimizar la emisión de sedimentos en las aguas superficiales durante la preparación del sitio del CUSTF, estas obras son consisten en barreras de material muerto provenientes del desmonte y terrazas individuales que se pretenden construir en el predio de compensación adicional, mientras que en la parte baja del proyecto de CUSTF se pretende construir zanjas de infiltración con el objeto de mitigar los impactos sobre la infiltración y la erosión del suelo por la ejecución del proyecto.

Barreras de Material Muerto

Con relación a la eficacia para mitigar la erosión de los suelos, al no haber suelo posterior al desmonte, la eficacia es contener los azolves provenientes de la preparación del sitio por la acción del desmonte principalmente. En el Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua se detallaron los cálculos de la eficiencia de cada una de las obras por separado presentando un resumen del volumen que estarían captando en los niveles de erosión por medida.

La contribución de la disminución de la erosión por parte de esta obra mecánica es incluida dentro del factor (P), sin embargo, por sí misma esta obra en cuanto a volumen de 0.14 m^3 por metro lineal de construcción, si se contempla el realizar 800 metros lineales aguas abajo del sitio del proyecto el volumen en conjunto será de 113.95 m^3, si este volumen lo representamos en toneladas retenidas (multiplicar por el factor de 1.2) representa una capacidad de 136.74 toneladas para retener erosión.

Tabla 184. Diseño de las barreras de material muerto.

Predio	Pendiente media	Altura	Espacia-miento	Capacidad de retención (m^3)	Volumen de retención (ton)	Metros de barreras necesarias a construir	Capacidad de retención (ton)
Compensación adicional	29.32	0.4	0.7	0.14	0.17	800	136.74

Tabla 185. Comparativo de la pérdida potencial vs capacidad de las barreras de material muerto.

Erosión a incrementar (ton)	Capacidad de diseño de las barreras de material muerto (ton)	Balance
14.71	136.74	122.03
Capacidad en toneladas superior a la generar		**122.03**

Terrazas individuales

La CONAFOR en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales menciona que la reforestación es una práctica vegetativa importante para la protección, conservación y restauración de suelos, pero debe ser acompañada de diferentes prácticas mecánicas que aumenten la supervivencia, mejoren el desarrollo y con ello contribuyan a disminuir la degradación del suelo, como en nuestro caso se proponen la construcción de terrazas individuales como medida adicional y de acompañamiento a la reforestación.

Las terrazas individuales son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio. En la parte central de ellas se establece una especie forestal y se habilitan de acuerdo con las metas de plantación que es de 1,411 plantas en las 1.1 ha factibles de realizar esta actividad, con un promedio de 1,283 terrazas/ha.

Se tiene como meta la construcción de 1,483 terrazas, con una capacidad de captación de agua y azolves de 0.07854 m^3 por terraza (resultado de la cubicación de un círculo de 1 m de diámetro y 0.10 m de profundidad), lo cual suma un volumen o capacidad de 110.82 m^3, esta capacidad representa 132.98* toneladas.

Tabla 186. Características de las terrazas individuales.

Concepto	Unidad	Valor
Diámetro de la terraza	Metro	1
Área de la terraza	Metro cuadrado	0.7854
Profundidad de la terraza	Metro	0.1

Concepto	Unidad	Valor
Volumen de la terraza	Metro cúbico	0.07854
Densidad de terrazas por hectárea (diseño tres bolillo y distanciamiento de 3x3)	Terraza	1283
Superficie a construir terrazas	Hectárea	1.10
Número de terrazas a construir	Terraza	1,411
Capacidad total	Metro cúbico	132.98

*Es el resultado de **132.98 m^3** multiplicado por el factor de 1.20 (Conafor, Manual de obras de conservación de suelos) para su conversión a toneladas.

Zanjas de infiltración (zanjas trinchera)

Como medida de compensación de los impactos ambientales principalmente a los factores suelo y agua, se ha diseñado la construcción de "zanjas de infiltración", dichas obras tendrán una vida útil de 3 años, se llevaran a cabo y tendrán objetivo mitigar los impactos al recurso hidrológico y la erosión del suelo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, conforme al calendario de ejecución del proyecto, estas obras darán una infiltración adicional con lo que se compensará la infiltración perdida por el CUSTF y retenedores de suelo.

Estas obras de conservación de suelo y agua se pretenden construir de forma paralela al sitio del proyecto, aguas abajo del mismo, consistente en construcción de 25 zanjas trinchera o tinas ciegas, tienen una dimensión determinada para retener los escurrimientos para dar mayor infiltración y los sedimentos arrastrados de aguas arriba es de 100 cm en el ancho superior, 50 cm de profundidad y 8 metros de lago, lo cual nos da un volumen de almacenamiento de agua de 5.12 m^3 al momento de construirlas (ver memoria de cálculo diseño_de_Zanjas_de_Infiltracion.xlsx anexa) , el volumen bajara dependiendo del suelo que acumulen; con la propuesta se tendría un volumen en "zanjas trincheras" de 128 metros cúbicos, mismos que multiplicados por 1.2 nos da un volumen de 153.6 ton que es el volumen de suelo con ese mismo potencial de captura.

Eficacia de la medida:

Con relación a la eficacia para mitigar la erosión de los suelos, la eficacia es contener los azolves provenientes de la preparación del sitio por la acción del desmonte principalmente. En el Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua se detallaron los cálculos de la eficiencia de cada una de las obras por separado (terrazas individuales, zanjas de infiltración y las barreras de material muerto) presentando un resumen del volumen en toneladas que estarían captando en los niveles de erosión por medida.

Tabla 187. Eficiencia de las Obras de Conservación de suelo y agua para la erosión.

Volumen de captación de Zanjas de infiltración	Volumen de captación de Barreras de material muerto	Volumen de captación de Terrazas individuales	Suma de reducción de erosión de las medidas
153.6	136.74	132.98	423.32

Impacto del proyecto: Significativo

Se pone en riesgo el servicio ambiental: No

Conclusión:

Los resultados obtenidos anteriormente se concluye que a causa del CUSTF se incrementará en la erosión en 14.71 ton/año en la totalidad del proyecto, siendo esto gradual como se ejecute el CUSTF,

sin embargo con la ejecución de las medidas de mitigación y compensación como las fosas de sedimentación, barreras de retención del suelo, el diseño del proyecto con canaletas de manejo de escorrentías disminuye la erosión en 423.32 ton/ha mas la disminución ocasionada a la reforestación del predio adicional si comparamos estos dos escenarios (con CUSTF y con medidas) se tiene una disminución que la erosión potencial con la ejecución del proyecto que la que se tiene actualmente, por lo que se disminuye la erosión potencial que se tiene actualmente a nivel de la SA, por lo que no se provocará un incremento en la erosión de los suelos y en consecuencia no se pone en riesgo el servicio ambiental de retención de suelos.

IV.3.7 OFRECIMIENTO DE OPORTUNIDADES PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS (PAISAJE Y RECREACIÓN)

Este servicio ambiental se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científico del ecosistema.

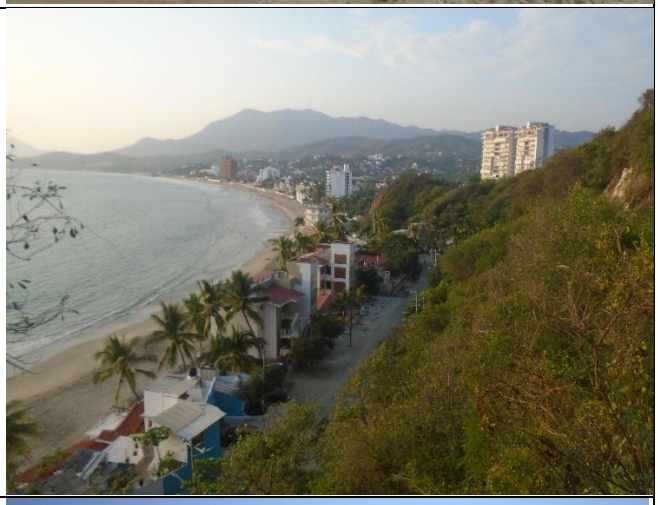
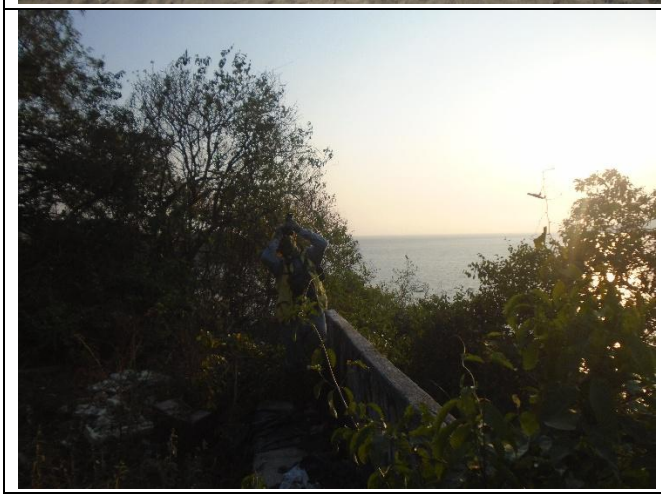
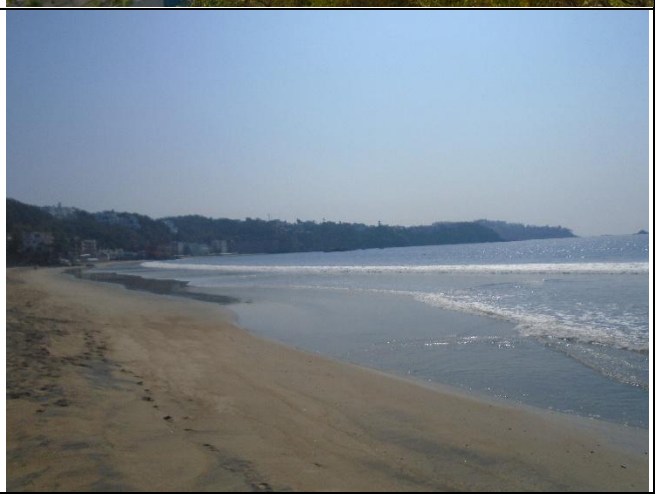
Al respecto, en el sistema ambiental (SA) definido donde se encuentra la zona en estudio, por sus características tiene elementos importantes hacia el pacífico mexicano, donde la belleza de playas y paisajes los hace atractivo este tipo de proyectos que y aprovechando la zona donde se pretende realizar esta obra con la cercanía del Boulevard Miguel de la Madrid y la playa de la bahía de Santiago por lo que es importante para realizar actividades como la planteada. En el caso específico de la superficie de **0.9749 hectáreas** en la que se pretende realizar el proyecto en general y en específico en las **0.9308 ha para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales** debe considerarse que dentro del área del proyecto y sus alrededores se tienen registradas áreas que estén siendo aprovechadas ecoturísticamente, mismas que con este proyecto se realizarían de manera ordenada y de forma sustentable.

Se considera que la afectación del paisaje se estará dando intrínsecamente y en su calidad visual, en virtud de que cuando se lleve a cabo **la urbanización** se modificará el paisaje actual; y esto conllevará a que se vea un panorama relativamente distinto y observado por los habitantes que viven cerca del área del proyecto (muy bajo). La principal modificación se concretará cuando se lleve a cabo la eliminación de la vegetación y la urbanización.

Impacto del proyecto: medio Se pone en riesgo el servicio ambiental: No Conclusión: **Con base en lo anterior, se puede deducir que, con la instalación del proyecto, no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que actualmente existen en el área del proyecto, siendo este una alternativa a su ejecución de forma sustentable y bajo la normatividad vigente.**

Tabla 188. Condiciones turísticas y de playa de la zona de influencia al proyecto.





IV.3.8 OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DE USO COMERCIAL DE FORMA DIRECTA

El aprovechamiento económico de la **Vegetación Selva Baja Caducifolia** es baja o nula la actividad comercial con pocas especies de interés comercial y un mercado escaso, siendo el carbón el de mayor relevancia. La zona han sido objeto de invasión irregular por lo que el proyecto pretende dar seguridad a la zona y un uso regulado conforme a la normatividad municipal y con este trámite ambiental, sin embargo, en el predio en cuestión no se ha llevado a cabo ningún aprovechamiento de la madera de esta índole en la vegetación característica del predio sujeto a CUSTF, razón por la cual no habrá daño significativo a este servicio.

IV.3.9 CONCLUSIÓN

El área del predio donde se pretende **"Desarrollo Habitacional La Cima"** que se encuentra sujeta a CUSTF es un espacio en el que el estado de conservación baja en la selva baja caducifolia al estar esta clasificada como vegetación secundaria arbustiva. Bajo esta consideración, la potencialidad de uso de esta superficie se encuentra considerablemente disminuida en cuanto a los valores de los servicios ambientales que proporciona y en consecuencia el grado de afectación a los mismos por el CUSTF será menor. Es por esto que en el contexto de la tendencia de deterioro de la región o del cambio de uso por su cercanía a las actividades antropogénicas como la agricultura y ganadería, se definieron y plantean estrategias de mitigación de impactos y de restauración que permiten equilibrar los servicios ambientales que se pudieran afectar con el CUSTF.

Tabla 189. Impacto social en la zona del proyecto e influencia







IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El **Sistema Ambiental (SA)** en el que se inserta el **Área del Proyecto (AP)** del *Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima*, localizado en el municipio de **Manzanillo, Colima**, corresponde a una unidad territorial costera–serrana delimitada con base en criterios hidrográficos, fisiográficos, topográficos, de uso del suelo, vegetación, infraestructura y límite de costa, lo que permite analizar de manera integral los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos que interactúan en el territorio. Desde el punto de vista **climático**, el SA se encuentra dominado por un clima cálido subhúmedo $Aw_o(w)$, con temperaturas medias anuales superiores a 26 °C, baja oscilación térmica y un régimen de lluvias marcadamente estacional concentrado en verano, así como un periodo seco bien definido en invierno y primavera; los análisis de riesgo climático indican condiciones de muy bajo riesgo por sequía, granizo, tormentas eléctricas y heladas, y un riesgo medio por ciclones tropicales, propio de la franja costera del Pacífico, sin que ello represente una limitante ambiental severa para el desarrollo del proyecto.

En cuanto a la **geomorfología y geología**, el SA se inserta en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, con predominio de topoformas de sierra alta compleja y llanura costera con lagunas costeras; litológicamente, dominan rocas ígneas intrusivas de edad mesozoica (granitos, granodioritas y dioritas), altamente consolidadas y de buena competencia mecánica, acompañadas en zonas bajas por depósitos aluviales y costeros recientes. El AP se localiza sobre sustrato rocoso estable, con un relieve bajo a ligeramente ondulado, elevaciones promedio cercanas a los 17 m s.n.m. y pendientes predominantemente medias, sin evidencias de fallas activas superficiales ni procesos de inestabilidad geológica relevantes.

Respecto al **suelo**, predominan unidades de origen aluvial y suelos someros desarrollados sobre roca ígnea, con texturas franco–arenosas a franco–arcillosas, capacidad de uso limitada a moderada y susceptibilidad a erosión hídrica en pendientes mayores, lo que hace necesario el manejo adecuado del escurrimiento superficial y la conservación del suelo durante las etapas de preparación y construcción.

En el componente **hidrológico**, el SA se integra a la Región Hidrológica Costa de Jalisco (RH15), dentro de la cuenca R. Chacala–Purificación y la subcuenca Laguna de Cuyutlán, caracterizada por corrientes intermitentes de respuesta rápida a eventos de lluvia; el AP no presenta cuerpos de agua permanentes ni cruces de cauces,

por lo que los impactos potenciales se relacionan principalmente con el manejo de aguas pluviales y no con la afectación directa de sistemas hidrológicos mayores.

La **calidad del aire** en el SA es buena, favorecida por la circulación atmosférica regional y la influencia de brisas marinas, y las emisiones asociadas al proyecto serían temporales, localizadas y plenamente mitigables mediante buenas prácticas constructivas.

En el medio **biótico**, la **vegetación** corresponde exclusivamente a selva baja caducifolia en condición secundaria arbustiva, sin presencia de vegetación primaria ni de estadios sucesionales maduros, lo que refleja un entorno previamente intervenido y con capacidad de recuperación; la **fauna** asociada está integrada principalmente por especies comunes, generalistas y de amplia distribución, adaptadas a ambientes secundarios y antrópicos, sin que el AP constituya hábitat crítico, corredor biológico estratégico o área de alta sensibilidad faunística.

En el ámbito **socioeconómico**, el SA forma parte de una región con clara vocación urbana y turística, infraestructura consolidada, accesibilidad vial y disponibilidad de servicios, donde se ha documentado una expansión urbana acelerada en las últimas décadas, por lo que el proyecto se inserta de manera congruente con la dinámica territorial y contribuye a la oferta habitacional local.

Finalmente, desde la perspectiva del **paisaje**, el SA presenta una heterogeneidad visual marcada entre las zonas serranas y las planicies costeras, mientras que el AP se ubica en un entorno con calidad paisajística baja a media, ya influenciado por procesos de urbanización, de modo que los impactos visuales del proyecto serían puntuales, de alcance local y susceptibles de mitigación mediante criterios de diseño, integración cromática y conservación de vegetación.

En conjunto, el diagnóstico ambiental integral, con base en la información del documento técnico proporcionado, indica que el **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima** es ambientalmente **viable**, no compromete la integridad funcional del Sistema Ambiental ni procesos ecológicos regionales relevantes y resulta compatible con las características físicas, bióticas y socioeconómicas del entorno, siempre que se apliquen de manera estricta las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental correspondientes.

Capítulo V

Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales

CONTENIDO

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....5
V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....6
V.2 INDICADORES DE IMPACTOS 7
V.3 LISTA DE CHEQUEO 9
V.4 RED GRÁFICA CAUSA – EFECTO 13
V.5 V.4 MATRIZ DE DOBLE ENTRADA 33
V.6 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS 39
V.7 MATRIZ DE IMPORTANCIA..... 44
V.8 ANÁLISIS DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS 52
V.9 CONCLUSIONES..... 66

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ATRIBUTOS E INDICADORES COMÚNMENTE UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN ESTE TIPO DE PROYECTOS. ..7
TABLA 2. LISTA DE ACTIVIDADES A REALIZAR DURANTE EL PROYECTO. 10
TABLA 3. RESUMEN DE LA LISTA DE CHEQUEO DE LAS ACCIONES A REALIZAR EN EL PROYECTO 11
TABLA 4. RESUMEN DE LA LISTA DE CHEQUEO DE LAS ACCIONES A REALIZAR EN EL PROYECTO 13
TABLA 5. MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE ACTIVIDADES E IMPACTOS 15
TABLA 5. MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE ACTIVIDADES E IMPACTOS….CONTINUACIÓN....18
TABLA 6. INTERACCIONES EN LA MATRIZ DE DOBLE ENTRADA. 34
TABLA 7. MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA PARA EL PROYECTO. 35
TABLA 7 MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADA PARA EL PROYECTO…CONTINUACIÓN 36
TABLA 8. RESUMEN DE IMPACTOS DE LA MATRIZ DE LEOPOLD. 38
TABLA 9. RESUMEN DE IMPACTOS POR ETAPA DEL PROYECTO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD. 38
TABLA 10. AGENTES CAUSALES DE IMPACTOS AMBIENTALES. 42
TABLA 11. CRITERIOS QUE COMPONEN LA MATRIZ DE IMPORTANCIA. 44
TABLA 12. CLASIFICACIÓN DE VALORES DE IMPORTANCIA. 46
TABLA 13. MATRIZ DE IMPORTANCIA PARA EL PROYECTO. 47
TABLA 14. RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 48
TABLA 15. MATRIZ DE IMPORTANCIA POR IMPACTO AMBIENTAL Y FACTOR. 49
TABLA 15 MATRIZ DE IMPORTANCIA POR IMPACTO AMBIENTAL Y FACTOR… CONTINUACIÓN 49
TABLA 15 MATRIZ DE IMPORTANCIA POR IMPACTO AMBIENTAL Y FACTOR… CONTINUACIÓN 50
TABLA 16. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS Y FACTORES AMBIENTALES (RESUMEN DE LA TABLA 15). 51
TABLA 17. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO EN GEOMORFOLOGÍA. 52
TABLA 18. ÁREAS Y SUPERFICIES DEL PROYECTO. 53
TABLA 19. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO EN HIDROLOGÍA. 54
TABLA 20. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN EN EL ÁREA DE CUSTF EN DOS ESCENARIOS 54
TABLA 21. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO EN EL SUELO. 55
TABLA 22. INCREMENTO DE LA EROSIÓN POR EL CUSTF 56
TABLA 23. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO EN FLORA COBERTURA. 57
TABLA 24. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO FLORA RIQUEZA-DIVERSIDAD-ABUNDANCIA. 60
TABLA 25. COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD DE LOS DIFERENTES ESTRATOS EN EL SA Y EL ÁREA DE CUSTF. 61
TABLA 26. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO EN FAUNA. 62
TABLA 27. COMPARATIVO DE RIQUEZA ESPECIFICA POR GRUPO FAUNÍSTICO A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO. 64
TABLA 28. COMPARATIVO DE ABUNDANCIA POR GRUPO FAUNÍSTICO A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO. 64
TABLA 29. COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SHANNON Y WEAVER POR GRUPO FAUNÍSTICO A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREA DEL PROYECTO. 64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 7
FIGURA 2. INVENTARIO SISTEMÁTICO DE IMPACTOS DIRECTOS (PRIMARIOS) POR ETAPA Y POR FACTOR AMBIENTAL 22
FIGURA 3. RED DE CAUSA EFECTO Y LOS NODOS DE MAYOR INTERACCIÓN 23
FIGURA 4. INTERACCIÓN CAUSA EFECTO DEL FACTOR FLORA Y HÁBITAT 28
FIGURA 5. INTERACCIÓN CAUSA EFECTO DEL FACTOR FAUNA 29
FIGURA 6. INTERACCIÓN CAUSA EFECTO DEL FACTOR SUELO 30
FIGURA 7. INTERACCIÓN CAUSA EFECTO DEL FACTOR HIDROLOGÍA 31
FIGURA 8. INTERACCIÓN CAUSA EFECTO DEL FACTOR ATMÓSFERA 32
FIGURA 9. INTERACCIÓN CAUSA EFECTO DEL FACTOR PAISAJE 33

FIGURA 10. TIPO DE IMPACTOS DEL PROYECTO REPRESENTADOS EN PORCENTAJE.....38
FIGURA 11. PROYECTO DE LOTIFICACIÓN Y URBANIZACIÓN. 53
FIGURA 12. AVANCE DEL CUSTF MENSUAL 56
FIGURA 13. PLANO DEL ÁREA DE CUSFT. 57

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A nivel conceptual, la evaluación ambiental es un proceso de análisis relativamente largo y complejo, que va a formar un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre los efectos ambientales de una acción humana prevista (proyecto) y sobre la posibilidad de evitarlos o reducirlos a niveles aceptables. Técnicamente hablando, la evaluación ambiental es un proceso de análisis para identificar (relación causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar) y prevenir (corregir de forma preventiva) el impacto ambiental de un proyecto. Su finalidad es contribuir a la toma de decisiones, en la idea de que la decisión sobre un proyecto será probablemente más acertada si se somete a este análisis, que si no se hace.

La **identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales** es el núcleo técnico de cualquier estudio de impacto ambiental: permite pasar de una "lista de obras y actividades" a una comprensión clara de **qué componentes del ambiente serán afectados**, **cómo ocurrirá esa afectación** y **qué tan significativa será** en términos ecológicos, sociales y normativos. En esencia, este proceso traduce un proyecto (sus etapas, actividades y magnitudes) en **cambios medibles y comparables** sobre el sistema ambiental, para sustentar decisiones, definir medidas (prevención, mitigación, restauración y compensación) y verificar la viabilidad ambiental.

En proyectos que implican **cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) como el del "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, esta etapa cobra una relevancia crítica porque el impacto principal no es solo "retirar vegetación", sino **transformar funcionalmente** un ecosistema: se pierde cobertura y estructura vegetal, se modifica el suelo forestal (hojarasca, humus, macroporosidad), y se alteran procesos como la **infiltración, escurrimiento, erosión, captura de carbono y hábitat para fauna**. Por eso, el análisis debe centrarse en el **antes–después** del sitio y su contexto (conectividad, microcuencas, presiones existentes), considerando impactos **directos, indirectos y acumulativos**.

Concepto: tres pasos que se encadenan

1) **Identificación de impactos**
   Consiste en reconocer, de forma sistemática, las interacciones *actividad–componente ambiental*: por ejemplo, desmonte/despalme → suelo; derribo de vegetación → biodiversidad; nivelación/impermeabilización → hidrología. En CUSTF, identificar bien implica distinguir entre:

- **Impactos primarios**: pérdida de cobertura forestal y biomasa.
- **Impactos secundarios**: fragmentación, borde, invasoras, cambios microclimáticos.
- **Impactos inducidos**: mayor presión urbana (ruido, tránsito, residuos) y efectos en el paisaje.

2) **Descripción de impactos**
   Aquí se caracteriza el impacto con atributos clave: **magnitud**, **extensión**, **duración**, **reversibilidad**, **frecuencia**, **probabilidad** y **significancia**. En terrenos forestales, esta descripción debe vincularse a la

condición del ecosistema (tipo de vegetación, cobertura, estratos, diversidad) y a las funciones del "suelo forestal" como regulador hidrológico. Por ejemplo, en el caso del proyecto, la afectación del polígono evaluado se asocia a una superficie con vegetación forestal de selva baja caducifolia dentro del área solicitada para CUSTF.

3) **Evaluación de impactos**

Es el paso decisivo: compara impactos para priorizar lo importante y justificar medidas. Se integran criterios técnicos y normativos (umbral, fragilidad, valor de conservación, cumplimiento legal) para clasificar impactos como **compatibles, mitigables o críticos**. En CUSTF, la evaluación suele enfocarse en:

- **Pérdida neta de vegetación y servicios ecosistémicos**.
- **Riesgos por erosión y degradación del suelo** (especialmente tras el despalme).
- **Cambios en infiltración–escurrimiento** por eliminación de raíces y cobertura, con efectos en recarga y avenidas. En el documento se enfatiza que al eliminar vegetación y raíces la infiltración se reduce y aumenta el flujo superficial, lo que refuerza la necesidad de evaluar el impacto hidrológico y de suelo con cuidado.

En resumen, en este capítulo se pretende **identificar, describir y evaluar impactos en CUSTF y la interacción con ecosistema costero** es relevante porque trata el cambio de uso de suelo como lo que es: una modificación estructural del ecosistema y del suelo forestal, con implicaciones en biodiversidad, agua, carbono y estabilidad del paisaje. Con una evaluación bien sustentada, las medidas dejan de ser genéricas y se convierten en un plan lógico y verificable para reducir riesgos ambientales y cumplir el marco aplicable.

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con apoyo en la información del diagnóstico ambiental que se desarrolló en el capítulo anterior, se elaboró el escenario ambiental en el cual se identificaron los probables impactos que resultarán al insertar el proyecto en el área de estudio. Esto permitirá identificar las acciones que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían a la consolidación de los procesos de cambios existentes; para dichas acciones se deberán de definir medidas de prevención y/o mitigación de impactos.

En general, la actividad minera es reconocida ampliamente por sus beneficios socioeconómicos, así mismo se le reconoce como una actividad potencialmente impactante en el medio. Específicamente, el **Proyecto "Desarrollo Habitacional La Cima"** contempla el desarrollo de un desarrollo habitacional en un periodo de 36 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción con la afectación directa sobre vegetación de selva baja caducifolia que se desarrolla sobre un ecosistema costero, para lo cual se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en **0.9308 hectáreas**. El desarrollo será considerando la particularidad del sitio que presenta potencial para el desarrollo y su comercialización, para la preparación del sitio y en las demás etapas no requiere de sustancias peligrosas como insumos o su procesamiento. En la parte socioeconómica, el proyecto permitirá la creación de empleos directos e indirectos, fortalecerá la actividad económica en las localidades cercanas y aportará una alternativa de vivienda para la región.

En la actualidad existe una serie de metodologías para evaluar los impactos ambientales generados por diferentes 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. En el presente estudio se definió utilizar red gráfica de causa-efecto, matriz de doble entrada, y para su ponderación la matriz de importancia, por último, se realizó un análisis y descripción de los impactos más significativos en las distintas etapas del proyecto.

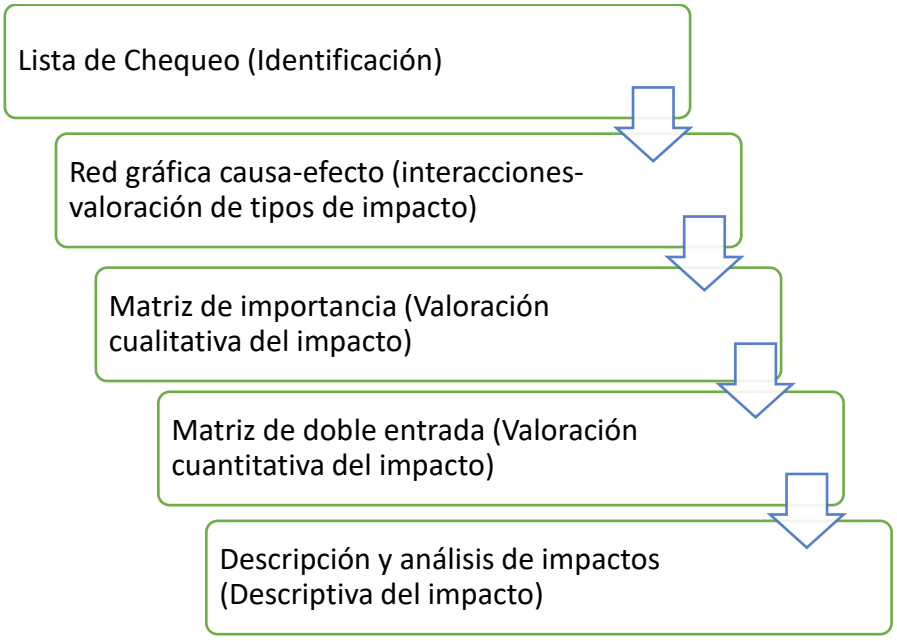


Figura 1. **Proceso metodológico para la evaluación del impacto ambiental.**

V.2 INDICADORES DE IMPACTOS

Una definición genéricamente utilizada del concepto **indicador** establece que éste es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio (Ramos, 1987)[1]. Los indicadores de impacto permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Tabla 1. Atributos e indicadores comúnmente utilizados para la evaluación de impactos ambientales en este tipo de proyectos.

Factor	Atributo	Descripción	Indicadores
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.	Sólidos suspendidos - Sólidos disueltos - Ph - Dureza - Temperatura - Conductividad

[1] SEMARNAT, 2002. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental minero. Modalidad: Particular. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121006/Guia_MIA-Particular_Minero.pdf

Factor	Atributo	Descripción	Indicadores
	Infiltración	Capacidad de infiltración de agua en el subsuelo. La cobertura vegetal se caracteriza como elemento que propicia la infiltración en el suelo.	Área cobertura vegetal – Volumen de agua que se deja de infiltrar
	Hidrografía	Patrones de escurrimientos superficiales. El cambio en el patrón de escurrimiento se puede considerar como impacto.	Áreas con cambio de cobertura natural -Topografía - Desviación de escurrimientos
Atmósfera/clima	**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. Ruido - Partículas sólidas - líquidas - gases por combustión.	Fuentes fijas - Fuentes móviles - Combustible utilizado - Monitoreo de partículas sólidas suspendidas Nivele dB
	Acústica	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.	Nivel dB - Fuentes móviles - Fuentes fijas
	Microclima	Cambio en las condiciones climáticas particulares de un sitio influido por factores ecológicos y ambientales puntuales.	Temperatura - Área de cambio de uso de suelo – Cambio en el microclima
Suelo	**Erosión**	Es la variación del proceso de destrucción de rocas y arrastre del suelo (pérdida del suelo) por agentes naturales. Erosión hídrica - eólica.	Área de suelo descapotado - Valor de Pérdida del suelo - Erosionabilidad (k)
	Característica fisicoquímica	Se refiere al cambio de las características físicas o químicas actuales del uso de suelo actual.	Área - Volumen de suelo degradado, transformado, destruido - Cantidad sustancia o agente externo vertido en el suelo
Paisaje	**Característica topográfica**	Se refiere al cambio en la forma que tiene la corteza terrestre en la parte más superficial.	Área de modificación topográfica - Volumen de movimientos de tierras
	Estructura/ Calidad	Relacionado principalmente con la percepción humana sobre la integración - interacción del medio biótico, abiótico y antrópico.	Área de cambio de uso de suelo. -Introducción de elementos antropogénicos al medio natural - Afectación de sitios histórico - culturales - naturales característicos del área.
Fauna	**Diversidad**	Entendiéndose como la variación del número de especies en un área particular. La cobertura forestal está ligada fuertemente con la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre.	Número de especies en un sitio - Área con cambio de cobertura natural - Índice de diversidad
	Abundancia	Se refiere a la variación de la cantidad de ejemplares de una misma especie. La cobertura forestal está ligada fuertemente con la diversidad y abundancias de especies de fauna silvestre.	Número de especies en un sitio - Área con cambio de cobertura natural -
	Especies en riesgo	Se entiende como la variación de ejemplares de especies de fauna consideradas en alguna categoría en riesgo.	Número de ejemplares afectados - Número de especies afectados
Flora	**Riqueza**	Se refiere a la variación del número de especies presentes un sitio.	Número de ejemplares afectados - Número de

Factor	Atributo	Descripción	Indicadores
			especies probables en un sitio - Índice de diversidad-
	Abundancia	Se refiere a la variación de la cantidad de una misma especie.	Número de ejemplares afectados - Área de cobertura - Índices de abundancia
	Cobertura	Se refiere a la variación de las características de la cubierta vegetal de un área dada.	Área de cobertura destruída, transformada, degradada.
	Especies en riesgo	Se refiere a la variación de ejemplares de especies de flora consideradas en alguna categoría en riesgo.	Número de ejemplares en riesgo - Número de especies en riesgo - Área basal -
Social/ Económico	**Empleo**	Se entiende como la variación de la cantidad de puestos de trabajo.	Número de empleo temporal - Número de empleo permanentes -
	Uso de suelo	La variación de las actividades que realizan las personas en una superficie dada, influenciadas por sus características y condiciones ambientales.	Área de cambio de uso de suelo.
	Infraestructura servicios	La variación del conjunto de instalaciones/ servicios disponibles para el desarrollo de alguna actividad.	Cantidad de infraestructura/ servicios influenciado por el desarrollo del proyecto.
	Estructura poblacional	Se refiere a la composición de la población humana en un área dada.	Migración - Inmigración producida por el proyecto. Número de individuos en un sitio.
	Actividad económica	Variación en el proceso donde se intercambia productos, bienes o servicios.	Inversión para el proyecto - Contratación de servicios externos.
	Patrimonio histórico-cultural	Se refiere a la variación del conjunto de bienes materiales - no materiales acumulado a lo largo del tiempo, identificados socialmente.	Afectación de sitios con importancia cultural histórica.
Social	**Bienestar/ desarrollo humano**	Comprende la creación de un entorno en el que las personas puedan desarrollar su máximo potencial y llevar adelante una vida productiva y creativa de acuerdo con sus necesidades e intereses.	Se puede medir el progreso en tres dimensiones básicas: disfrutar de una vida larga y saludable, acceso a educación y nivel de vida digno.

V.3 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 las "acciones" a ejecutar por la realización del proyecto, mimas que se desagregan en las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y/o en su caso en la restauración ex - situ/compensación) y el sentido del impacto (negativo o positivo) tanto de los inevitables (certeza que se presentaran a causa del proyecto), los impactos probables (casi seguros que se presenten) y los potenciales bajo una probabilidad sin que se tenga la certeza de que se presenten (los que se presentan en caso de un caso fortuito como accidentes o imprevistos).

Tabla 2. Lista de actividades a realizar durante el proyecto.

Clave	Acción por realizar	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Medidas de mitigación / compensación
A1	Deslinde y señalización de áreas del proyecto				
A2	Derribo de vegetación				
A3	Despalme del suelo				
A4	Trazo de las obras y edificaciones				
A5	Nivelación topográfica/plataformas				
A6	Construcción de vialidades				
A7	Habilitación de bodega temporal de materiales				
A8	Comedor de trabajadores				
A9	Oficinas móviles				
A10	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda				
A11	Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).				
A12	Construcción de obra civil de las torres				
A13	Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.				
A14	Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.				
A15	Obras de acceso y administrativas				
A16	Comercialización y Ocupación de viviendas				
A17	Mantenimiento de infraestructura				
A18	Presencia de personal				
A19	Uso de maquinaria pesada				
A20	Construcción del muro perimetral				
A21	Instalación de sanitarios portátiles				
A22	Capacitación y concientización del personal en temas ambientales y riesgos				
A23	Mantenimiento de maquinaría				
A24	Verificación de emisiones contaminantes de vehículos				
A25	Manejo de residuos sólidos urbanos conforme a la normatividad				

Clave	Acción por realizar	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Medidas de mitigación / compensación
A26	Monitoreo del ruido perimetral				
A27	Construcción de obras de conservación suelo y agua				
A28	Pago al fondo forestal				
A29	Reforestación del predio de compensación adicional				
A30	Limpieza de basura del terreno				
A31	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna				
A32	Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora				
A33	Reforestación de áreas verdes				
A34	Señalización de temática ambiental				
A35	Colocación de contenedores de residuos				
Total		**20**	**22**	**4**	**4**

En la tabla anterior se determinó que la etapa de construcción se llevaran a cabo 22 interacciones, mientras que en la preparación del sitio son 20, y para la etapa de operación son 4, finalmente en etapa de restauración ex - situ se plantean 4. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las acciones según sea la clase (acción negativa al medio ambiente o acción positiva al medio ambiente), encontrando que se realizarán 27 acciones negativas hacia el medio ambiente y encontraste dentro de las acciones positivas con el enfoque de prevención, mitigación o compensación ambiental se realizarán 23 acciones de las 50 en total, esto conforme a las etapas del proyecto, mismas que se repiten a lo largo del proyecto.

Tabla 3. Resumen de la lista de chequeo de las acciones a realizar en el proyecto

Resumen de Acción	Suma de acción	Porcentaje
Acción positiva	23	46.00%
Acción negativa	27	54.00%
Total	**50**	**100**

Igualmente, en la siguiente tabla se presentan los impactos a generar y los probables

Tabla No. V.1 Lista de chequeo de impactos ambientales relacionadas con el proyecto

Clave	Impactos seguros, potenciales y probables	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
I1	Pérdida de áreas con vegetación			
I2	Reducción de biodiversidad de flora			
I3	Pérdida de hábitat para fauna y flora			
I4	Emisiones gases de efecto invernadero a la atmósfera (CO_2, CH_4, N_2O, entre otros)			
I5	Emisiones contaminantes a la atmósfera (NOx, CO, PM10, PM25, SO_2, entre otros)			

Clave	Impactos seguros, potenciales y probables	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
I6	Disminución de calidad del agua			
I7	Disminución de infiltración			
I8	Desplazamiento de fauna			
I9	Aumento de mortandad de fauna			
I10	Perdida de productividad del uso del suelo			
I11	Disminución de biodiversidad de fauna			
I12	Afectación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010			
I13	Contaminación del suelo			
I14	Generación de residuos peligrosos			
I15	Generación de residuos sólidos urbanos			
I16	Generación de residuos de manejo especial			
I17	Compactación del suelo			
I18	Aumento de escorrentía superficial			
I19	Erosión del suelo			
I20	Reducción de la capacidad de los ecosistemas para regular la disponibilidad de agua			
I21	Liberación de carbono almacenado en la biomasa			
I22	Modificación de microclima (temperatura, humedad y patrones de precipitación locales)			
I23	Alteración del paisaje natural			
I24	Aumento de ruido			
I25	Aumento en el proceso de fragmentación del paisaje			
I26	Pérdida de biomasa/captura de carbono			
I27	Generación de aguas residuales			
I28	Aumento de sedimentos en escurrimientos			
I29	Riesgo contaminación de derrame de aceites y combustibles			
I30	Generación de sedimentos por apertura de zanjas y polvos			
I31	Generación de escombros y restos de construcción			
I32	Creación de empleos temporales formales			
I33	Creación de empleos permanentes formales			
I34	Aumento en la derrama económica			
I35	Satisfación de una demanda de vivienda susrtentable			
I36	Regulación del uso del suelo			
I37	Limpieza del sitio del proyecto			
		32	19	7

Con respecto a los impactos por el proyecto se dio énfasis a los impactos negativos y a los positivos relacionados con el factor socioeconómico, la etapa de preparación del sitio es donde se presentarán la mayor cantidad de impactos con 32, seguido por la construcción con 19 y 7 para la etapa de operación, esto sin diferenciar si son positivos o negativos, en la siguiente tabla se presenta el resumen de las interacciones, siendo 49 negativas o su equivalencia 98.%, mientras que los positivos son 10 o 17.54%

Tabla 4. Resumen de la lista de chequeo de las acciones a realizar en el proyecto

Resumen de impactos	Suma de impactos	Porcentaje
Impactos Positivos	9	15.52%
Impactos Negativos	49	84.48%
Total	**58**	**100**

V.4 RED GRÁFICA CAUSA – EFECTO

La elaboración de una representación gráfica de las interacciones entre las acciones a desarrollar en el proyecto y los factores ambientales del sistema ambiental permite identificar los agentes causales y sus posibles impactos, además si estos son impactos directos (primarios), secundarios o terciarios, además de la cadena del origen del impacto.

En la siguiente tabla se presentan las acciones y los impactos negativos por el proyecto, para el análisis no fueron considerados los impactos ni las acciones positivas que se tendrán por el proyecto.

Las **gráficas de interacción** (redes causa–efecto y diagramas por factor) son una herramienta clave en la Evaluación de Impacto Ambiental porque convierten un listado "lineal" de obras y componentes ambientales en un **modelo explícito de relaciones**: **actividad → presión → impacto primario → impactos secundarios/terciarios**. Su utilidad principal es **hacer trazable y verificable** por qué un proyecto genera determinados impactos, cuáles son los más importantes y dónde deben concentrarse las medidas.

Los beneficios de utilizar esta técnica es que ordenan y sistematizan la identificación de impactos

- Aseguran que se revisen de forma **metódica** las interacciones entre **todas las actividades** (por fase) y **todos los factores** (suelo, agua, flora, fauna, etc.).
- Reducen omisiones y "sesgos" del evaluador al obligar a revisar cada cruce actividad–receptor.

Las redes causa–efecto permiten expresar el impacto como una **cadena de procesos** (por ejemplo: *despalme* → *compactación* → *infiltración* ↓ → *escorrentía* ↑ → *sedimentos* ↑ → *calidad del agua* ↓). Esta representación incrementa la calidad técnica del DTU porque el impacto no se enuncia como una afirmación aislada, sino como un resultado lógico de interacciones ambientales.

Diferenciación de impactos directos, secundarios y terciarios. Las gráficas facilitan la clasificación de impactos en:

- **Directos o primarios**, derivados inmediatamente de la acción (p. ej., derribo → pérdida de vegetación).
- **Secundarios**, consecuencia de cambios en procesos (p. ej., compactación → menor infiltración).
- **Terciarios**, efectos en cadena y funcionales, potencialmente acumulativos (p. ej., menor infiltración + mayor escorrentía → sedimentos → deterioro de calidad del agua y reducción de la regulación hídrica).

Esta diferenciación es especialmente relevante en proyectos con **cambio de uso de suelo forestal**, donde los impactos primarios suelen detonar impactos funcionales de mayor alcance.

Identificación de nodos críticos y priorización de impactos. Al visualizar el conjunto de conexiones, se identifican con claridad las actividades que funcionan como **detonantes principales** (nodos con mayor número de relaciones) y los factores ambientales más sensibles. Esto permite priorizar la evaluación detallada en los impactos "materiales" y sustentar por qué ciertas acciones (p. ej., derribo, despalme, terracerías, pavimentación) concentran el mayor riesgo ambiental.

e) Soporte para evaluar impactos indirectos, acumulativos y sinérgicos. La EIA moderna requiere considerar no solo impactos aislados, sino también impactos **indirectos** y **acumulativos**. Las redes permiten reconocer cuando varios impactos convergen en un mismo receptor (sinergia) o cuando un impacto menor se vuelve significativo por repetición, persistencia o combinación con otras presiones (acumulación).

Con base en la red de interacciones actividad–impacto (A1–A21 e I1–I31) que se presenta en las siguiente tabla se realizó el análisis de los impactos se describen en términos de relación causa–efecto, distinguiendo impactos directos o primarios (generados inmediatamente por la acción), secundarios (derivados de los primarios) y terciarios (efectos en cadena y/o de mayor alcance funcional). En un proyecto inmobiliario con remoción de cobertura y urbanización, las rutas causales dominantes se concentran en: (i) cambio de cobertura/uso de suelo, (ii) alteración del suelo y (iii) modificación del balance hidrológico, que a su vez explican la mayor parte de efectos sobre biodiversidad, calidad del agua, paisaje y clima local.

Tabla 5. Matriz de interacción entre actividades e impactos

Descripción	Clave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Deslinde y señalización de áreas del proyecto	A1	1							1										1									
Derribo de vegetación	A2	1	1						1										1				1	1	1	1	1	
Despalme del suelo	A3	1		1					1										1	1			1	1	1	1	1	1
Trazo de las obras y edificaciones	A4	1			1				1										1		1							
Nivelación topográfica/plataformas	A5					1			1		1								1	1					1	1	1	1
Construcción de vialidades	A6	1		1		1	1		1							1			1	1						1	1	1
Habilitación de bodega temporal de materiales	A7				1	1		1								1			1									
Comedor de trabajadores	A8								1																			1
Oficinas móviles	A9				1				1	1									1			1						
Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda	A10	1						1	1		1								1	1						1	1	1
Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).	A11	1						1	1		1	1		1					1								1	
Construcción de obra civil de las torres	A12							1	1			1	1	1					1	1	1					1	1	
Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.	A13							1	1			1		1					1	1								
Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.	A14	1		1	1			1	1						1				1	1							1	
Obras de acceso y administrativas	A15	1						1	1		1	1		1		1		1	1	1							1	
Comercialización y Ocupación de viviendas	A16									1							1	1	1									

Descripción	Clave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Mantenimiento de infraestructura	A17																	1	1									
Presencia de personal	A18																		1			1						
Uso de maquinaria pesada	A19																		1	1						1	1	
Construcción del muro perimetral	A20	1																	1	1	1		1	1				
Instalación de sanitarios portátiles	A21																					1						
Pérdida de áreas con vegetación	I1																						1	1	1	1		
Reducción de biodiversidad de flora	I2																							1	1			
Pérdida de hábitat para fauna y flora	I3																								1			1
Emisiones gases de efecto invernadero a la atmósfera (CO2, CH4, N2O, entre otros)	I4																									1		
Emisiones contaminantes a la atmósfera (NOx, CO, PM10, PM25, SO2, entre otros)	I5																										1	
Disminución de calidad del agua	I6																											1
Disminución de infiltración	I7																											
Desplazamiento de fauna	I8																											
Aumento de mortandad de fauna	I9																											
Pérdida de productividad del uso del suelo	I10																								1			
Disminución de biodiversidad de fauna	I11																											

Descripción	Clave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Afectación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	I12																											
Contaminación del suelo	I13																											1
Generación de residuos peligrosos	I14																											1
Generación de residuos sólidos urbanos	I15																											1
Generación de residuos de manejo especial	I16																											1
Compactación del suelo	I17																											
Aumento de escorrentía superficial	I18																											
Erosión del suelo	I19																											1
Reducción de la capacidad de los ecosistemas para regular la disponibilidad de agua	I20																											1
Liberación de carbono almacenado en la biomasa	I21																									1		
Modificación de microclima (temperatura, humedad y patrones de precipitación locales)	I22																										1	
Alteración del paisaje natural	I23																							1	1			
Aumento de ruido	I24																											
Aumento en el proceso de fragmentación del paisaje	I25																						1	1	1			
Pérdida de biomasa/captura de carbono	I26																									1		

Descripción	Clave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Generación de aguas residuales	I27																											1
Aumento de sedimentos en escurrimientos	I28																											1
Riesgo contaminación de derrame de aceites y combustibles	I29																											1
Generación de sedimentos y polvos	I30																									1		1
Generación de escombros y restos de construcción	I31																									1		1

Tabla 5. Matriz de interacción entre actividades e impactos….Continuación

Descripción	Clave	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31
Deslinde y señalización de áreas del proyecto	A1			1																							
Derribo de vegetación	A2		1	1	1		1		1	1		1		1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	1	
Despalme del suelo	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1				1	1	1	
Trazo de las obras y edificaciones	A4			1							1																
Nivelación topográfica/plataformas	A5	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				1	1	1			1	1	1	
Construcción de vialidades	A6	1	1	1		1			1	1	1	1	1	1	1					1				1	1	1	1
Habilitación de bodega temporal de materiales	A7																								1		1
Comedor de trabajadores	A8	1									1												1				
Oficinas móviles	A9				1						1									1							1
Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda	A10	1		1					1	1	1	1	1						1	1				1	1	1	1

Descripción	Clave	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31
Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).	A11			1							1	1								1					1	1	1
Construcción de obra civil de las torres	A12			1						1	1	1							1	1	1			1	1	1	1
Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.	A13										1	1															1
Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.	A14		1						1	1		1						1		1					1		1
Obras de acceso y administrativas	A15								1	1		1								1					1		1
Comercialización y Ocupación de viviendas	A16										1									1			1				
Mantenimiento de infraestructura	A17										1	1								1							1
Presencia de personal	A18			1	1						1									1			1				
Uso de maquinaria pesada	A19			1	1		1	1	1	1			1							1					1		
Construcción del muro perimetral	A20			1	1		1	1	1			1							1	1	1				1		1
Instalación de sanitarios portátiles	A21											1											1				
Pérdida de áreas con vegetación	I1		1	1	1		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		1	1		1		1	
Reducción de biodiversidad de flora	I2			1		1										1					1						
Pérdida de hábitat para fauna y flora	I3	1	1	1	1	1	1	1						1		1		1	1		1						
Emisiones gases de efecto invernadero a la atmósfera (CO_2, CH_4, N_2O, entre otros)	I4																	1									

Descripción	Clave	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31
Emisiones contaminantes a la atmósfera (NOx, CO, PM10, PM25, SO2, entre otros)	I5																										
Disminución de calidad del agua	I6	1		1			1	1								1											
Disminución de infiltración	I7		1	1			1	1														1					
Desplazamiento de fauna	I8			1	1		1	1																			
Aumento de mortandad de fauna	I9				1		1																				
Pérdida de productividad del uso del suelo	I10			1		1	1	1											1			1					
Disminución de biodiversidad de fauna	I11						1												1								
Afectación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	I12						1	1											1								
Contaminación del suelo	I13	1				1			1										1								
Generación de residuos peligrosos	I14	1				1			1	1															1		
Generación de residuos sólidos urbanos	I15	1							1		1																
Generación de residuos de manejo especial	I16	1				1						1					1							1		1	
Compactación del suelo	I17		1			1							1	1		1			1								
Aumento de escorrentía superficial	I18		1											1	1	1		1						1			
Erosión del suelo	I19	1				1									1	1			1		1			1			
Reducción de la capacidad de los ecosistemas para regular la disponibilidad de agua	I20	1	1	1										1		1		1	1					1			

Descripción	Clave	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31
Liberación de carbono almacenado en la biomasa	I21															1	1	1				1					
Modificación de microclima (temperatura, humedad y patrones de precipitación locales)	I22															1		1	1			1					
Alteración del paisaje natural	I23			1	1	1	1									1		1	1		1	1					
Aumento de ruido	I24			1	1			1												1							
Aumento en el proceso de fragmentación del paisaje	I25			1	1	1	1	1													1	1				1	
Pérdida de biomasa/captura de carbono	I26															1						1					
Generación de aguas residuales	I27	1							1														1				
Aumento de sedimentos en escurrimientos	I28	1												1		1			1					1			
Riesgo contaminación de derrame de aceites y combustibles	I29	1				1			1																1		
Generación de sedimentos y polvos	I30	1				1								1	1				1					1		1	
Generación de escombros y restos de construcción	I31	1							1			1			1					1				1			1

La gráfica de interacción fue elaborada con la aplicación GraphvizOnline obteniendo los siguientes resultados:

Las gráficas obligan a revisar sistemáticamente las posibles interacciones entre cada **actividad por etapa** (preparación, construcción, operación) y cada **factor ambiental** (suelo, agua, flora, fauna, atmósfera, paisaje, residuos/riesgos). Esto reduce el riesgo de omisiones y mejora la consistencia interna del estudio, ya que la identificación de impactos deja de depender únicamente de una narrativa lineal y se sustenta en una estructura verificable.

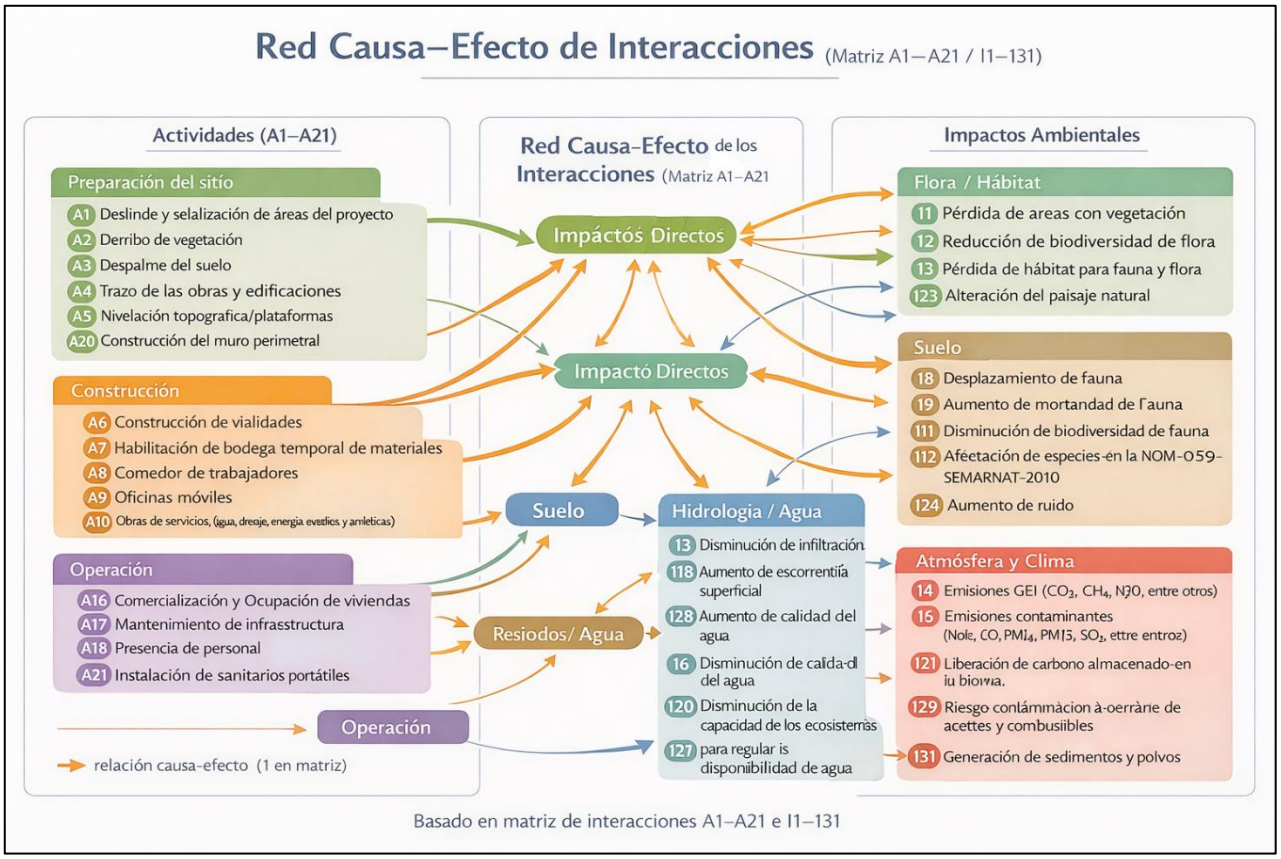


Figura 2. Inventario sistemático de impactos directos (primarios) por etapa y por factor ambiental

La matriz para concentrar la evaluación numérica en impactos de mayor significancia que para nuestro caso es la pérdida de cobertura forestal, erosión/sedimentos, modificación infiltración–escorrentía) como se señala en la figura anterior.

Depuración de la matriz para concentrar la evaluación numérica en impactos de mayor significancia (p. ej., pérdida de cobertura forestal, erosión/sedimentos, modificación infiltración–escorrentía).

En proyectos con **cambio de uso de suelo en terrenos forestales, como nuestro caso** la gráfica de interacción muestra los que los impactos con mayor capacidad de inducir cadenas secundarias y terciarias se concentran en:

- **Remoción de vegetación (derribo)**: pérdida de cobertura/hábitat → biodiversidad → microclima y carbono.
- **Despalme y terracerías**: compactación/erosión → infiltración ↓ → escorrentía ↑ → sedimentos ↑ → calidad del agua ↓.
- **Pavimentación y urbanización**: consolidación del cambio hidrológico y efectos funcionales sobre regulación del agua.

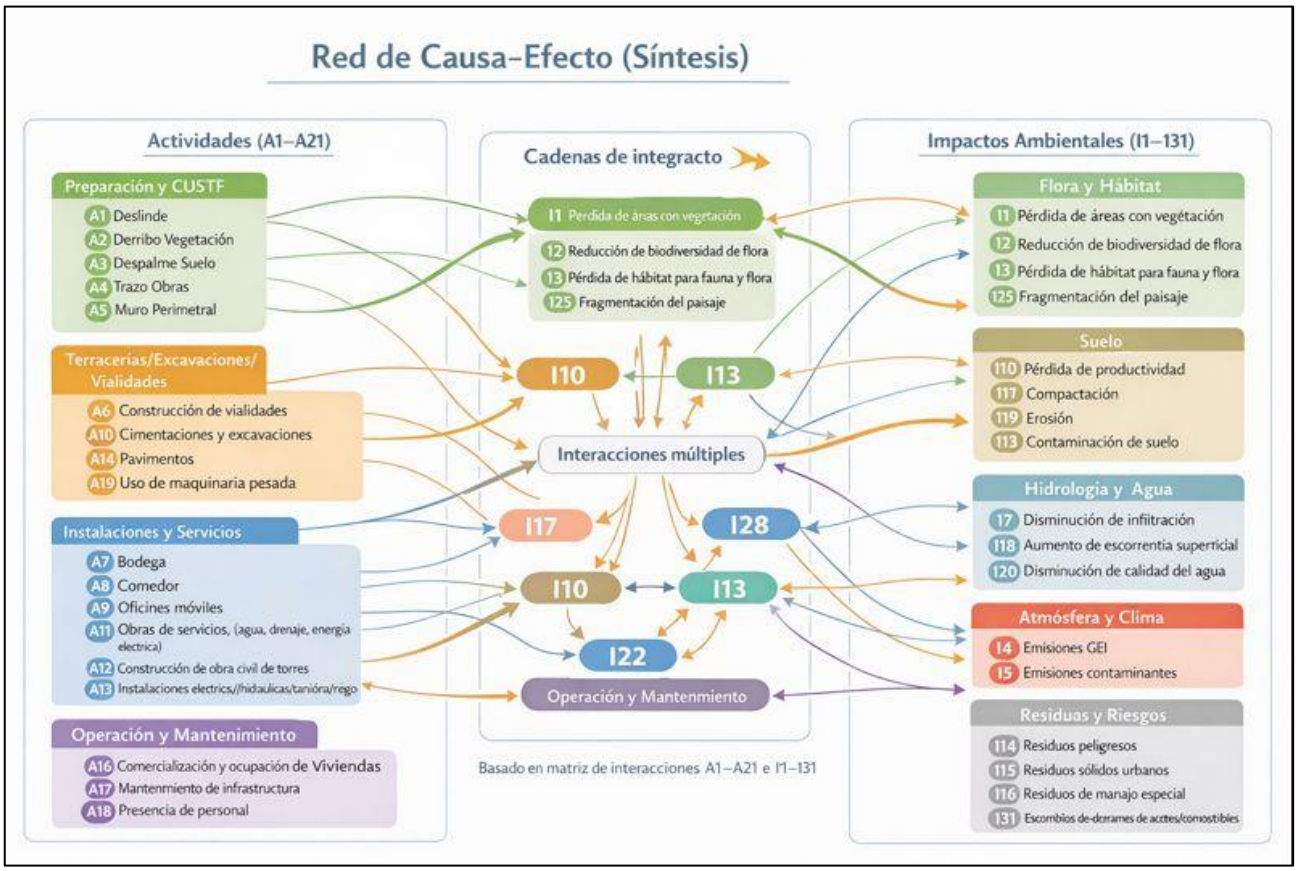


Figura 3. **Red de causa efecto y los nodos de mayor interacción**

Nodos críticos tipo "detonante" (Actividades A)

Nodos críticos primarios (mayor conectividad y efecto multiplicador)

1. **A2 Derribo de vegetación**
   Es el principal detonante por su alta densidad de interacciones y porque activa el núcleo de cambio de uso de suelo: pérdida de cobertura, hábitat, fragmentación, microclima y carbono. En la matriz aparece con múltiples interacciones distribuidas sobre impactos ecológicos e hidrológicos.
2. **A3 Despalme del suelo**
   Nodo crítico por activar procesos físicos del suelo (pérdida de capa orgánica, compactación, erosión) que alimentan la ruta hidrológica de **infiltración–escorrentía–sedimentos–calidad del agua**. Presenta alta conectividad con impactos de suelo e hidrología.

3. **A10 Cimentaciones/excavaciones/cortes** y **A5 Nivelación/plataformas**
   Ambos concentran impactos por **movimiento de tierras**, generación de sedimentos/polvos, erosión y alteración del drenaje superficial, funcionando como aceleradores de la cadena suelo–hidrología.

Nodos críticos de consolidación del cambio (urbanización)

4. **A14 Pavimentos (vialidades/estacionamientos/banquetas)**
   Su criticidad deriva de que **consolida** el cambio de funcionamiento hidrológico (impermeabilización) y mantiene el impacto en fase de operación: infiltración ↓, escorrentía ↑ y transporte de sedimentos/contaminantes. Presenta múltiples interacciones en la matriz.
5. **A6 Construcción de vialidades**
   Similar a A14, pero con mayor presión durante construcción (terracerías) y como elemento lineal que contribuye a la fragmentación del paisaje.
6. **A20 Construcción de muro perimetral**
   Nodo crítico por su contribución a **fragmentación/barrera** y alteración del paisaje, además de inducir escorrentías concentradas si no se integra drenaje al pie del muro.

Nodos críticos transversales (emisiones, ruido, riesgos)

7. **A19 Uso de maquinaria pesada**
   Es transversal porque dispara simultáneamente **GEI (I4), emisiones contaminantes (I5), ruido (I24), sedimentos/polvos (I30) y riesgo de derrames (I29)**. Por ello, aunque no sea el origen del cambio de uso de suelo, sí amplifica y multiplica efectos en varios factores.

Nodos críticos por riesgo sanitario/descargas (apoyo y operación)

8. **A11 Obras de servicios** y **A21 Sanitarios portátiles**
   Son críticos por su relación con **aguas residuales (I27)** y el potencial deterioro de la **calidad del agua (I6)** en caso de manejo deficiente.

Nodos críticos tipo "hub/puente" (Impactos I)

Hubs ecológicos (alto efecto sistémico)

1. **I1 Pérdida de áreas con vegetación (Flora)**
   Es el nodo ecológico central: detona pérdida de biodiversidad, hábitat, fragmentación, microclima y efectos asociados al carbono. En la matriz aparece con interacciones múltiples, reflejando su papel como impacto primario de mayor alcance.
2. **I3 Pérdida de hábitat para fauna y flora (Flora y Fauna)**
   Es un **impacto puente** (conecta flora y fauna) y es el principal mecanismo para explicar desplazamiento, pérdida de biodiversidad y potencial afectación a especies reguladas.

Hubs hidrológicos (cadena crítica de funcionamiento)

3. **I7 Disminución de infiltración (Hidrología)** y **I18 Aumento de escorrentía superficial**

Son nodos funcionales que explican la transición de un sistema con recarga/retención a uno dominado por escorrentía. Operan como "bisagra" entre suelo (compactación/exposición) y el transporte de sedimentos.

4. **I28 Aumento de sedimentos en escurrimientos (Hidrología)**
   Nodo de convergencia: integra erosión + escorrentía + material suelto; es el paso previo típico hacia deterioro de calidad del agua y azolvamientos.
5. **I6 Disminución de calidad del agua (Hidrología)**
   Nodo "receptor final" de varias rutas: sedimentos, derrames, residuos/aguas residuales. Por su naturaleza integradora, suele ser el indicador de que la cadena hidrológica.
6. **I20 Reducción de la capacidad del ecosistema para regular disponibilidad de agua**
   Es un impacto terciario de **servicio ecosistémico**: resume el efecto acumulado de pérdida de cobertura, menor infiltración y aumento de escorrentía. Su presencia marca un cambio funcional de mayor persistencia.

Hubs de suelo–riesgo (impactos puente y de contingencia)

7. **I29 Riesgo de derrames de aceites/combustibles (Suelo y Hidrología)**
   Impacto puente por definición (suelo + agua). Aunque su ocurrencia depende del control operativo, cuando se materializa puede gatillar contaminación del suelo (I13) y deterioro de calidad del agua (I6).
8. **I13 Contaminación del suelo (Suelo)**
   Nodo de consecuencia asociado a I29 e inadecuado manejo de residuos peligrosos. Es relevante por persistencia y por su conexión hacia agua (arrastre/infiltración).

Hubs de atmósfera y perturbación

9. **I30 Generación de sedimentos y polvos (Atmósfera y suelo)**
   Es otro nodo puente (aire–suelo): se origina por terracerías y tránsito, y se expresa como molestia/contaminante atmosférico, además de indicar disponibilidad de finos susceptibles a arrastre.
10. **I24 Aumento de ruido (Fauna)** e **I8 Desplazamiento de fauna**
    Conforman un eje de perturbación: ruido como detonante y desplazamiento como respuesta; de ahí derivan pérdida de biodiversidad y potencial afectación a NOM-059 según contexto biológico.

Hubs de paisaje

11. **I23 Alteración del paisaje natural** e **I25 Fragmentación del paisaje**
    Operan como impactos estructurales del cambio de uso de suelo; además, I25 actúa como facilitador de efectos sobre fauna (barrera y pérdida de conectividad).

Hubs de carbono/clima local

12. **I21 Liberación de carbono** + **I26 Pérdida de biomasa/captura de carbono** → **I4 GEI** y **I22 microclima**
    Forman una ruta de impactos de alcance funcional: reflejan el costo climático del cambio de cobertura y su contribución al microclima local.

En la red analizada, las **actividades** con mayor criticidad son aquellas que generan impactos primarios de alta persistencia y/o alimentan cadenas funcionales (suelo–hidrología–calidad del agua, vegetación–hábitat–biodiversidad):

- **A2 Derribo de vegetación**: principal detonante del cambio de cobertura; dispara impactos ecológicos (I1, I3) y rutas hacia biodiversidad, microclima, fragmentación y carbono.
- **A3 Despalme del suelo**: nodo crítico por activar degradación física del suelo y la cadena hidrológica (infiltración ↓, escorrentía ↑, sedimentos ↑, calidad del agua ↓).
- **A10 Cimentaciones/excavaciones/cortes** y **A5 Nivelación/plataformas**: amplificadores por movimiento de tierras; incrementan erosión/sedimentos y condicionan fallas hidrológicas si no se controlan taludes y superficies expuestas.
- **A14 Pavimentos** (y **A6 Vialidades**): consolidan el cambio funcional hidrológico por impermeabilización (mantienen impactos en fase de operación).
- **A19 Uso de maquinaria pesada**: nodo transversal (GEI, emisiones, ruido, derrames); multiplica impactos en varios factores y eleva el riesgo por contingencias.
- **A11 Obras de servicios** y **A21 Sanitarios portátiles**: nodos de riesgo sanitario/hídrico por aguas residuales y potencial deterioro de calidad del agua si hay fallas.
- **A20 Muro perimetral**: crítico por fragmentación/barrera (paisaje y conectividad), y por potencial concentración de escorrentía al pie si no se diseña drenaje.

Nodos críticos: impactos "hub" y "bisagra" (I)

Los **impactos** más relevantes en la red son aquellos que: (i) reciben aportaciones de varias actividades y (ii) conducen a múltiples efectos secundarios/terciarios:

Eje ecológico (cambio de uso de suelo)

- **I1 Pérdida de áreas con vegetación**: hub ecológico primario (dispara biodiversidad, hábitat, microclima, fragmentación y carbono).
- **I3 Pérdida de hábitat**: impacto bisagra flora–fauna; explica desplazamiento y pérdida de biodiversidad de fauna, con potencial vínculo a NOM-059 según contexto biológico.
- **I23 Alteración del paisaje natural** e **I25 Fragmentación del paisaje**: impactos estructurales permanentes; I25 además facilita efectos sobre fauna por pérdida de conectividad.

Eje suelo–hidrología (funcionamiento ambiental)

- **I7 Disminución de infiltración** e **I18 Aumento de escorrentía**: nodos funcionales que cambian el comportamiento hidrológico del sitio.
- **I28 Aumento de sedimentos en escurrimientos**: nodo de convergencia (erosión + escorrentía + finos); es el paso previo típico al deterioro de la calidad del agua.
- **I6 Disminución de calidad del agua**: receptor integrador (recibe sedimentos, derrames, aguas residuales).
- **I20 Reducción de la capacidad del ecosistema para regular disponibilidad de agua**: impacto terciario de servicio ecosistémico; resume el efecto acumulado de pérdida de cobertura e infiltración.

Eje riesgo–contaminación (puente suelo–agua)

- **I29 Riesgo de derrames (aceites/combustibles) → I13 Contaminación del suelo → I6 Calidad del agua**: cadena crítica por persistencia y por su carácter prevenible mediante control operativo.

La identificación y descripción de impactos se realizó mediante el análisis de interacciones entre **actividades del proyecto** (A1–A21) e **impactos ambientales** (I1–I31), estructurando su interpretación bajo un enfoque de **red causa–efecto**. Esta aproximación permite reconocer impactos **directos o primarios** (generados de forma inmediata por la acción), **secundarios** (derivados de los primarios por cambios en procesos o condiciones del medio) y **terciarios** (efectos en cadena, de mayor alcance funcional y/o potencialmente acumulativos).

En un proyecto inmobiliario con remoción de cobertura vegetal, terracerías, construcción de infraestructura y ocupación, las rutas causales dominantes se concentran en:

1. **Cambio de cobertura y uso de suelo** (remoción de vegetación y sustitución por infraestructura),
2. **Alteración del suelo** (despalme, compactación, erosión y potencial contaminación), y
3. **Modificación del balance hidrológico** (infiltración–escorrentía–sedimentos–calidad de agua).

Estos procesos explican la mayor parte de los impactos sobre biodiversidad, conectividad, paisaje, calidad del agua y condiciones microclimáticas.

A nivel factor ambiental se detallan las interacciones siguientes:

Vegetación (Flora) y hábitat

a) Impactos directos o primarios

Las actividades asociadas a la preparación del sitio, particularmente el **derribo de vegetación (A2)** y acciones de remoción de cobertura, generan como impacto primario la **pérdida de áreas con vegetación (I1)**. Este impacto representa la transformación inmediata del ecosistema por sustitución de cobertura forestal por infraestructura y superficies intervenidas. En forma asociada, la remoción de estratos vegetales, microhábitats y sustratos provoca la **pérdida de hábitat para fauna y flora (I3)**, al eliminar refugios, alimentación y espacios de reproducción/establecimiento.

b) Impactos secundarios

Como consecuencia de I1 e I3, se presenta la **reducción de biodiversidad de flora (I2)**, derivada de la eliminación directa de individuos, pérdida de regeneración y disminución de heterogeneidad estructural. Adicionalmente, la reducción de cobertura vegetal incrementa la exposición del suelo y la radiación incidente, favoreciendo la **modificación del microclima (I22)** a escala local (temperatura, humedad y condiciones microambientales).

c) Impactos terciarios

La remoción de vegetación conlleva efectos funcionales adicionales: **liberación de carbono en biomasa (I21)** y **pérdida de biomasa/capacidad de captura de carbono (I26)**, vinculados al cambio de uso de suelo

y disminución de servicios ecosistémicos. Asimismo, la combinación de pérdida de cobertura con infraestructura lineal (vialidades, plataformas, cerramientos) incrementa la **fragmentación del paisaje (I25)**, la cual opera como un facilitador de impactos ecológicos posteriores (especialmente sobre fauna).

d) Cadena causa–efecto representativa

- **A2 (derribo) → I1 (pérdida de vegetación) → I3 (pérdida de hábitat) → I2 (reducción biodiversidad flora)**
- I1/I3 → **I22 (microclima)**
- I1 → **I21/I26 (carbono)** → (vinculación con atmósfera/clima)
- I1 + urbanización → **I25 (fragmentación)**

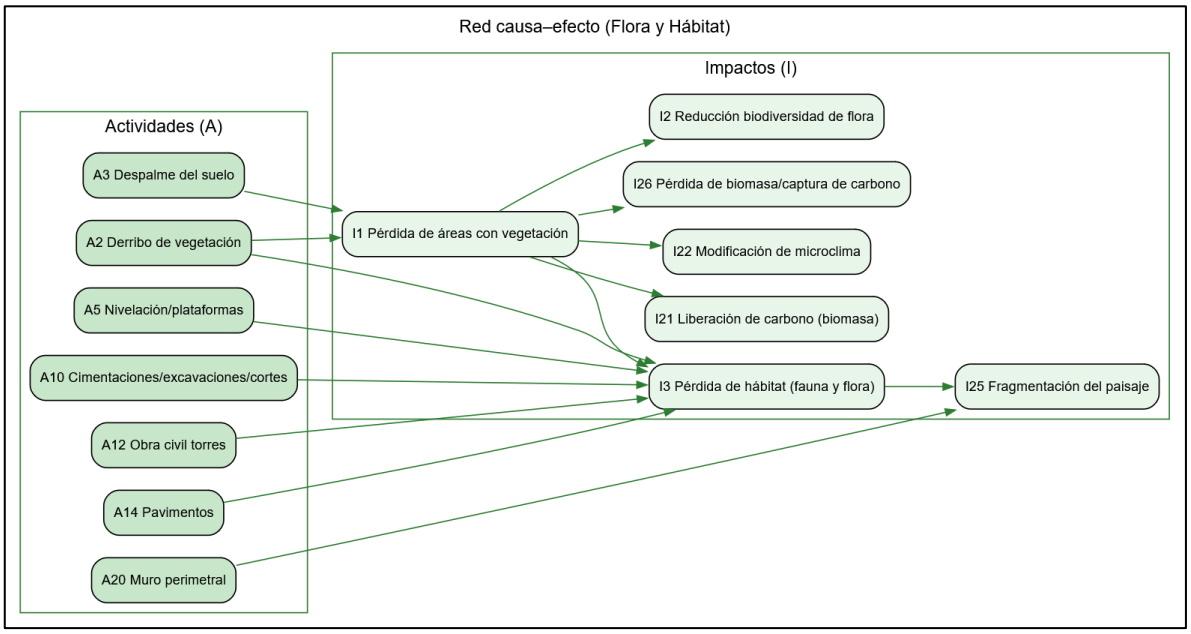


Figura 4. Interacción causa efecto del factor flora y hábitat

Fauna

a) Impactos directos o primarios

El impacto primario sobre fauna se explica principalmente por la **pérdida de hábitat (I3)**, que induce el **desplazamiento de fauna (I8)** por pérdida de refugio, alimento y condiciones de seguridad. Durante actividades constructivas y presencia de personal, el **aumento de ruido (I24)** funciona como detonante directo de estrés y evasión, incrementando la probabilidad de desplazamiento y cambios de conducta.

b) Impactos secundarios

El desplazamiento (I8), junto con perturbación, tránsito interno y pérdida de microhábitats, puede incrementar la probabilidad de **mortandad de fauna (I9)** por accidentes de obra, atrapamientos y atropellamientos, y derivar en **disminución de biodiversidad de fauna (I11)** a escala local.

c) Impactos terciarios

La disminución de biodiversidad (I11) y la afectación de hábitat pueden traducirse en **afectación a especies NOM-059 (I12)** cuando el área afectada sea utilizada por especies en categoría de riesgo o exista conectividad funcional relevante. Adicionalmente, la **fragmentación del paisaje (I25)** y la presencia de barreras físicas (p. ej., muro perimetral) pueden exacerbar la pérdida de conectividad, intensificando el desplazamiento (I8) y reduciendo el intercambio biológico entre parches de hábitat.

d) Cadena causa–efecto representativa

- **A2 (derribo) → I3 (hábitat) → I8 (desplazamiento) → I11 (biodiversidad fauna) → I12 (NOM-059)**
- **A19 (maquinaria) + A18 (personal) → I24 (ruido) → I8 → I9/I11**

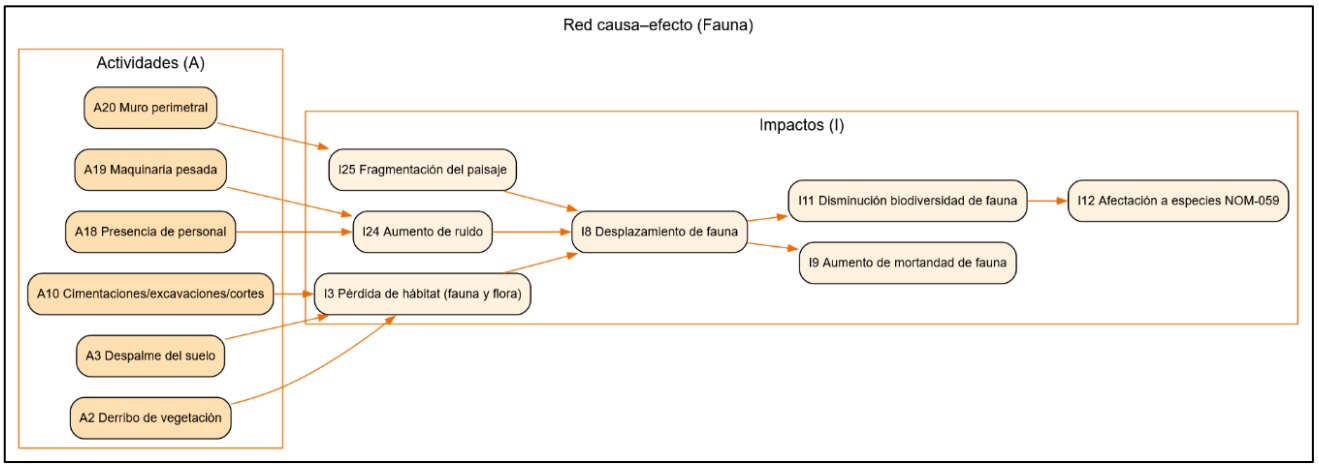


Figura 5. **Interacción causa efecto del factor fauna**

Suelo

a) Impactos directos o primarios

Las actividades de **despalme del suelo (A3)**, nivelación/plataformas (A5) y excavaciones/cortes (A10) producen alteraciones físicas inmediatas: **compactación del suelo (I17)** por tránsito de maquinaria, **erosión del suelo (I19)** por exposición y pérdida de estructura superficial, y **pérdida de productividad del uso del suelo (I10)** por eliminación de capa orgánica y degradación de propiedades edáficas. Además, los movimientos de tierra y manejo de materiales generan **sedimentos y polvos (I30)**. El uso de maquinaria e insumos implica **riesgo de derrames de aceites/combustibles (I29)** como impacto directo de riesgo ambiental.

b) Impactos secundarios

El riesgo de derrames (I29), en ausencia de contención y manejo, puede materializarse como **contaminación del suelo (I13)**, afectando su calidad y funcionalidad. De forma complementaria, la compactación (I17) disminuye la porosidad y favorece procesos de escorrentía superficial, incrementando vulnerabilidad a erosión.

c) Impactos terciarios

La erosión (I19) y los sedimentos/polvos (I30) incrementan el transporte de sólidos; durante lluvias, esto favorece el **aumento de sedimentos en escurrimientos (I28)** y, por consecuencia, la **disminución de calidad del agua (I6)** (conexión directa con el componente hidrológico).

d) Cadena causa–efecto representativa

- **A3/A5/A10 → I17 (compactación) + I19 (erosión) + I30 (sedimentos/polvos) → I28 (sedimentos en escurrimientos) → I6 (calidad del agua)**
- **A19 (maquinaria) → I29 (derrames) → I13 (contaminación del suelo) → I6 (calidad del agua)**

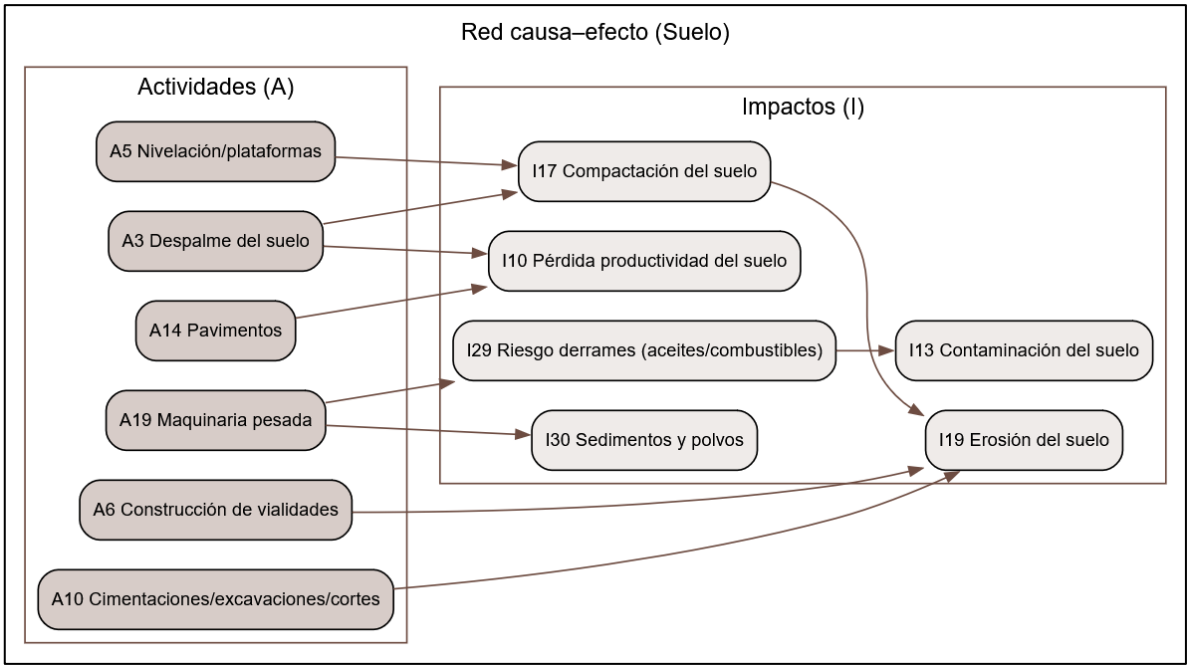


Figura 6. **Interacción causa efecto del factor Suelo**

Hidrología y agua

a) Impactos directos o primarios

El cambio de cobertura, compactación y exposición del suelo inducen **disminución de infiltración (I7)**. La construcción de superficies impermeables (pavimentos, vialidades) incrementa el **aumento de escorrentía superficial (I18)**. La combinación de escorrentía elevada con suelos expuestos y taludes sin estabilizar favorece el **aumento de sedimentos en escurrimientos (I28)**. En paralelo, las actividades de apoyo y operación (servicios, sanitarios) generan **aguas residuales (I27)**, que pueden contribuir a la **disminución de calidad del agua (I6)** si no se cuenta con contención, recolección y disposición adecuada. Como impacto funcional de orden superior se identifica la **reducción de la capacidad del ecosistema para regular disponibilidad de agua (I20)**, al perderse cobertura, retención e infiltración.

b) Impactos secundarios

Se reconoce una cadena hidrológica típica: **I7 (infiltración ↓)** → **I18 (escorrentía ↑)** → **I28 (sedimentos ↑)**. De manera adicional, **I27 (aguas residuales)** incrementa el riesgo de deterioro de **I6 (calidad del agua)**.

c) Impactos terciarios

La persistencia de menor infiltración y mayor escorrentía, sumada a cargas de sedimentos o contaminantes, se refleja en **I20** como pérdida de servicio ecosistémico de regulación hídrica. Este efecto puede adquirir carácter acumulativo en el contexto de urbanización regional o desarrollos colindantes.

d) Cadena causa–efecto representativa

- **A3 (despalme) + A14 (pavimentos) → I7 → I18 → I28 → I6 → I20**
- **A11/A21 (servicios/sanitarios) → I27 → I6**

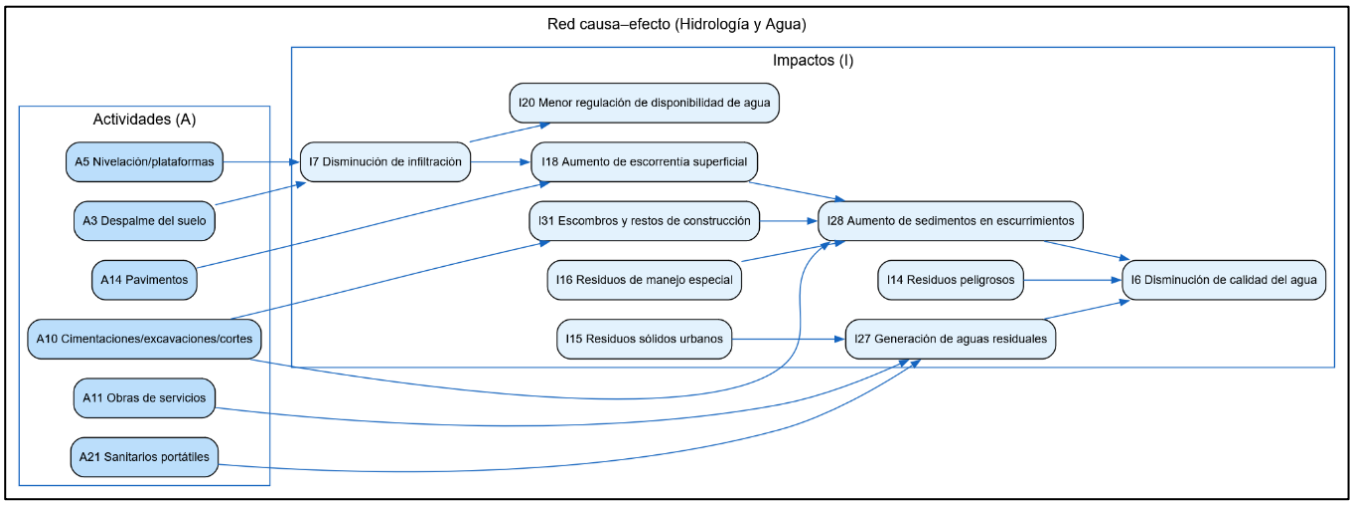


Figura 7. **Interacción causa efecto del factor Hidrología**

Atmósfera y clima

a) Impactos directos o primarios

Durante preparación y construcción, el uso de maquinaria y equipos genera **emisiones contaminantes (I5)** y **emisiones de gases de efecto invernadero (I4)** por combustión. Los movimientos de tierra, excavaciones y manipulación de materiales aportan **sedimentos y polvos (I30)** como afectación directa sobre la calidad del aire local. La remoción de vegetación contribuye directamente a **liberación de carbono (I21)** y a **pérdida de capacidad de captura (I26)**.

b) Impactos secundarios

La pérdida de cobertura vegetal y el incremento de superficies expuestas o urbanizadas favorecen la **modificación del microclima (I22)**. En términos de balance de GEI, I21 e I26 incrementan el componente neto de I4.

c) Impactos terciarios

El microclima alterado (I22) puede repercutir en confort térmico, demanda energética y condiciones para biota remanente; por su persistencia, constituye un efecto de mayor duración cuando el cambio de uso es permanente.

d) Cadena causa–efecto representativa

- **A19 (maquinaria)** + **A10/A12 (obra)** → **I30** + **I5** + **I4**
- **A2 (derribo)** → **I21/I26** → **I4** + **I22**

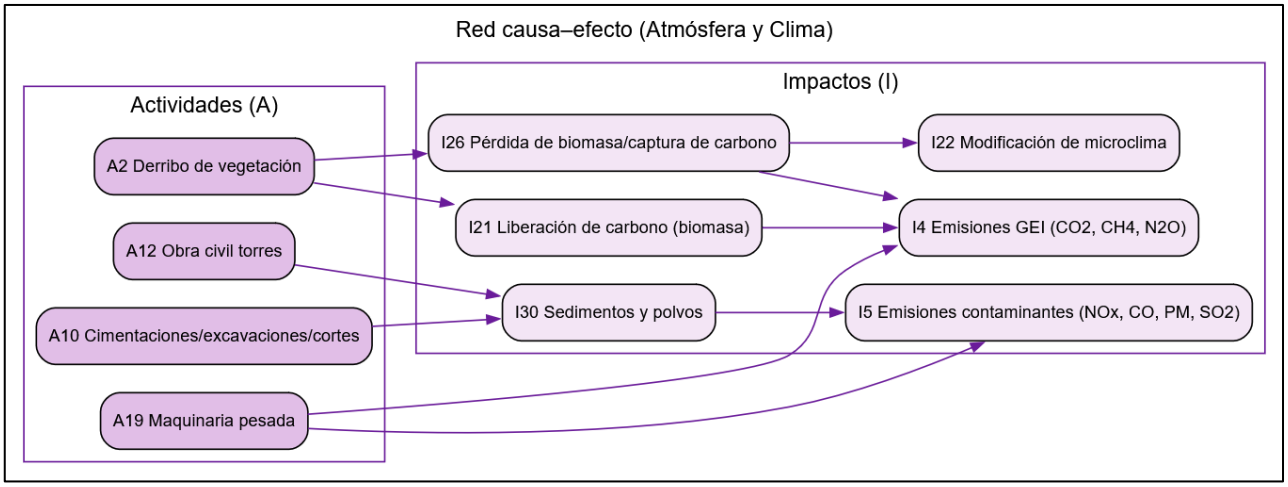


Figura 8. **Interacción causa efecto del factor atmósfera**

Paisaje

a) Impactos directos o primarios

La sustitución de cobertura natural por infraestructura y la incorporación de elementos volumétricos y lineales (torres, vialidades, pavimentos, muros) generan **alteración del paisaje natural (I23)**. La subdivisión del espacio, la presencia de barreras físicas y el contraste de formas/colores/texturas incrementan la **fragmentación del paisaje (I25)**.

b) Impactos secundarios

La fragmentación (I25) amplifica efectos ecológicos por pérdida de conectividad, y refuerza la percepción del cambio visual; su efecto se incrementa cuando existen múltiples obras lineales y cierres perimetrales.

c) Impactos terciarios

I25 opera como facilitador de impactos en fauna, incrementando desplazamiento y pérdida de biodiversidad en combinación con pérdida de hábitat y perturbación (vinculación con I8 e I11).

d) Cadena causa–efecto representativa

- A6/A12/A14/A20 → I23 → I25 → **(fauna)** I8 → I11

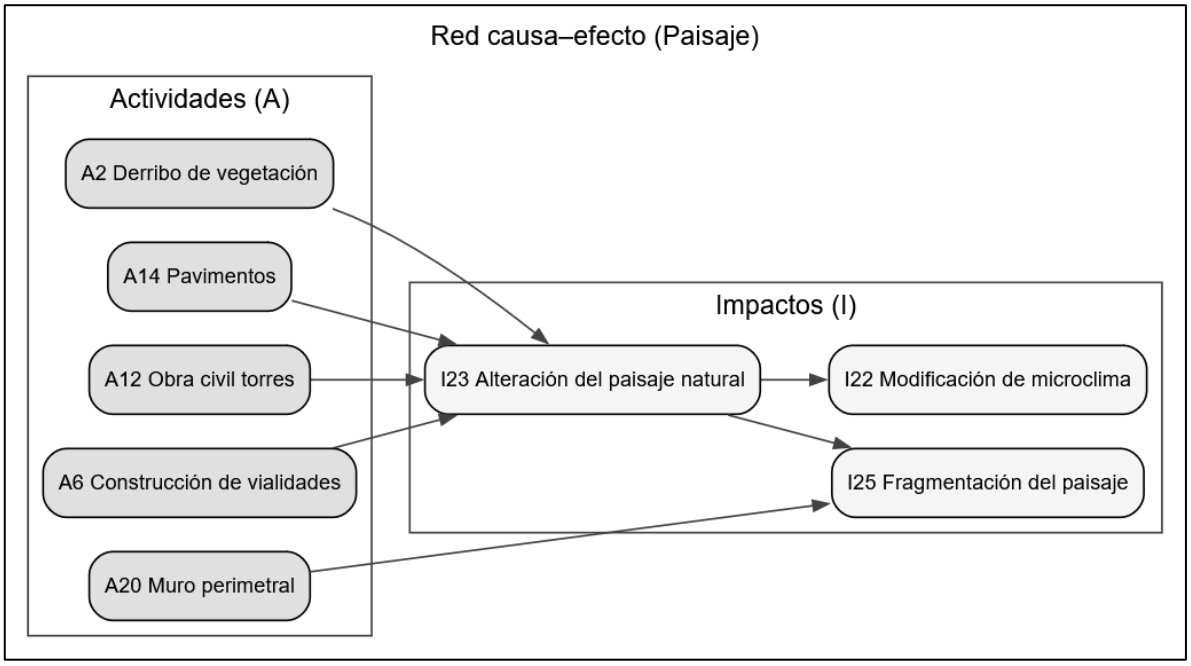


Figura 9. **Interacción causa efecto del factor paisaje**

Residuos y riesgos (componente transversal)

a) Impactos directos o primarios

Durante construcción y operación se generan **residuos sólidos urbanos (I15)**, **residuos de manejo especial (I16)** y **residuos peligrosos (I14)** (p. ej., aceites usados, envases contaminados, solventes, trapos impregnados), además de **aguas residuales (I27)**. La obra civil y actividades constructivas producen **escombros y restos de construcción (I31)**. El uso de maquinaria y almacenamiento de insumos implica **riesgo de derrames (I29)**.

b) Impactos secundarios

En caso de manejo inadecuado, los derrames o residuos peligrosos pueden derivar en **contaminación del suelo (I13)** y contribuir a la **disminución de calidad del agua (I6)** por arrastre superficial o infiltración de contaminantes.

c) Impactos terciarios

La recurrencia de eventos menores (derrames pequeños repetidos, fugas de sanitarios, disposición irregular) puede configurar un efecto acumulativo, aumentando la significancia del impacto por persistencia y frecuencia.

d) Cadena causa–efecto representativa

- **A7/A8/A9/A16/A17 + A19 → I15/I16/I14 + I29 + I27 → I13 → I6**

V.5 V.4 MATRIZ DE DOBLE ENTRADA

La Matriz de Leopold modificada 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. Con base en lo anterior, comúnmente 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:

Tabla 6. Interacciones en la matriz de doble entrada.

Parámetro	Símbolo
Adverso significativo	**A**
Adverso poco significativo	**a**
Benéfico significativo	**B**
Benéfico poco significativo	**b**

Tabla 7. Matriz de Leopold modificada para el proyecto.

		Preparación del sitio						Etapa de Construcción							
Factor	Atributo	Deslinde y señalización de áreas del proyecto	Limpieza de basura del terreno	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna	Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora	Derribo de vegetación	Despalme del suelo	Trazo de las obras y edificaciones	Nivelación topográfica	Vialidades	Habilitación de bodega temporal de materiales	Comedor de trabajadores	Oficinas móviles	Sanitarios portátiles	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda
Hidrología	Calidad del agua		B				A		A		a	a	a	a	a
	Infiltración					A	A		A	A					a
Atmósfera/clima	Calidad del aire					a	A		A		a	a			A
	Acústica					a	A		A						A
	Microclima					A			a	a					A
Suelo	Erosión					A	A		A						a
	Característica fisicoquímica								a	a		a		a	A
Paisaje	Característica topográfica						A		A						A
	Estructura/ Calidad		b			A	A		A	A					A
Fauna	Diversidad			B		A	A								
	Abundancia	a		B		A		a	a	a					a
	Especies en riesgo			B		A									
Flora	Riqueza				B	A									
	Abundancia				B	A									
	Cobertura				B	A	a								
Social/ Económico	Empleo	b				b	b	b	b	B		b	B		B
	Uso de suelo					A	A		a	A					A
	Infraestructura servicios									b					

		Preparación del sitio						Etapa de Construcción							
Factor	**Atributo**	**Deslinde y señalización de áreas del proyecto**	**Limpieza de basura del terreno**	**Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna**	**Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora**	**Derribo de vegetación**	**Despalme del suelo**	**Trazo de las obras y edificaciones**	**Nivelación topográfica**	**Vialidades**	**Habilitación de bodega temporal de materiales**	**Comedor de trabajadores**	**Oficinas móviles**	**Sanitarios portátiles**	**Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda**
	Estructura poblacional														
	Actividad económica	b				b	b	b	B	B	b				B
Social	**Bienestar/ desarrollo humano**									b					

Tabla 7 Matriz de Leopold modificada para el proyecto…Continuación

		Etapa de Construcción						Operación y mantenimiento		Medidas de mitigación / compensación				
Factor	**Atributo**	**Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).**	**Construcción de obra civil de las torres**	**Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitaria de conjunto.**	**Pavimentos de vialidades, estacionamientos banquetas.**	**Señalética mobiliario urbano.**	**Obras de acceso administrativas, áreas verdes y recreativas**	**Comercialización Ocupación de viviendas**	**Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes**	**Reforestación de áreas verde**	**Señalización de temas ambientales**	**Manejo de residuos**	**Reforestación del predio de compensación**	**Obras de conservación de suelo y agua**
Hidrología	**Calidad del agua**				a				b	B	b	B	b	B
	Infiltración				A		a		b	B			B	B
Atmósfera/clima	**Calidad del aire**						a			b	b	b	b	
	Acústica	a	A	a	a	a				b				
	Microclima				a				b	b			b	
Suelo	**Erosión**									B			B	B
	Característica fisicoquímica		a		a						b	B		
Paisaje	**Característica topográfica**			a	A									

		Etapa de Construcción						Operación y mantenimiento		Medidas de mitigación / compensación				
Factor	**Atributo**	**Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).**	**Construcción de obra civil de las torres**	**Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitaria de conjunto.**	**Pavimentos de vialidades, estacionamientos banquetas.**	**Señalética mobiliario urbano.**	**Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas**	**Comercialización Ocupación de viviendas**	**Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes**	**Reforestación de áreas verde**	**Señalización de temas ambientales**	**Manejo de residuos**	**Reforestación del predio de compensación**	**Obras de conservación de suelo y agua**
	Estructura/ Calidad		A				a		b	b			B	
Fauna	**Diversidad**												B	
	Abundancia	a	a		a					b	b	b	B	
	Especies en riesgo										b		B	
Flora	**Riqueza**									B			B	
	Abundancia									b			B	
	Cobertura									B	b		B	b
Social/ Económico	**Empleo**	B	B	B	B	b		B				b	b	
	Uso de suelo		A		a		b		b	B			B	
	Infraestructura servicios	b		b	b	b	b							
	Estructura poblacional							a						
	Actividad económica	B	B		B		b	B						
Social	**Bienestar/ desarrollo humano**	b		b	b	b	b	B		b		b	b	b

Tabla 8. Resumen de impactos de la Matriz de Leopold.

Parámetro	Símbolo	Suma	%	%
Adverso significativo	A	42	22.95%	45.36%
Adverso poco significativo	a	41	22.40%	
Benéfico significativo	B	44	24.04%	54.64%
Benéfico poco significativo	b	56	30.60%	
Total		**183**	**100**	**100**

Tabla 9. Resumen de impactos por etapa del proyecto de la Matriz de Leopold.

Etapa proyecto	Adversos	Benéficos
Preparación del sitio	24	14
Construcción	58	33
Operación y mantenimiento	1	8
Medidas de mitigación / compensación	0	45
Total	**83**	**100**

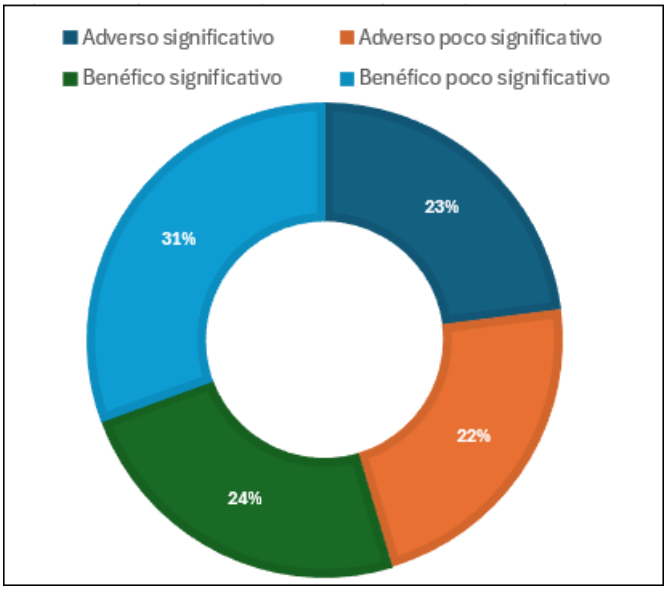


Figura 10. Tipo de impactos del proyecto representados en porcentaje.

De acuerdo con la Matriz de Leopold modificada, se identificaron **83 interacciones negativas (45.36%), y 100 positivas (54.64%)** entre las acciones del proyecto y los factores ambientales. La etapa de Construcción es la que generará mayor número de impactos adversos, seguido por la preparación del sitio que implica el desmonte y despalme (CUSTF), y por consiguiente la alteración de varios factores en medio. Por otro lado, la etapa de Medidas de mitigación / compensación es la que generará la mayor cantidad de impactos benéficos, teniendo en cuenta que además de restaurar el sitio del proyecto, se realizarán acciones de restauración.

V.6 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

A partir de las **interacciones actividad–impacto** identificadas en la red de interacción y reforzado con la matriz de significancia, los impactos ambientales del proyecto pueden explicarse mediante un conjunto de **agentes causales** (mecanismos de presión) que transforman el medio físico-biótico. Estos agentes no actúan de forma aislada: se **encadenan** y generan impactos **primarios** (directos), **secundarios** y **terciarios** (funcionales/acumulativos), particularmente en la ruta **cobertura vegetal → suelo → hidrología → calidad del agua**.

1) Remoción de cobertura vegetal (agente causal ecológico-estructural):

Descripción del agente: Eliminación física de la vegetación y sustitución por el desarrollo inmobiliario.

Actividades detonantes: Derribo de vegetación y preparación del sitio (principalmente A2).

Mecanismo causal: Pérdida inmediata de estructura vegetal y microhábitats; ruptura de continuidad del mosaico de vegetación; modificación del balance de energía/humedad superficial.

Impactos asociados (cadena):

- **Primarios:** I1 (pérdida de áreas con vegetación), I3 (pérdida de hábitat), I23 (alteración del paisaje).
- **Secundarios:** I2 (reducción biodiversidad de flora), I8 (desplazamiento de fauna), I25 (fragmentación del paisaje), I22 (modificación del microclima).
- **Terciarios:** I11 (disminución biodiversidad fauna) y potencial I12 (afectación NOM-059, condicionada a la presencia/sensibilidad de especies); además I21/I26 (carbono) con efecto funcional de mayor alcance.

Interpretación técnica: Es el **agente causal dominante** del cambio de uso de suelo: explica el núcleo de impactos ecológicos y una parte relevante de los hidrológicos por la pérdida de protección del suelo y de regulación ecosistémica.

2) Exposición, alteración y pérdida de funcionalidad del suelo (agente causal geomorfológico-edáfico)

Descripción del agente: Retiro de capa superficial (despalme), compactación por maquinaria y modificación del microrelieve por cortes/rellenos.

Actividades detonantes: A3 (despalme), A5 (nivelación/plataformas), A10 (excavaciones/cortes), apoyo por A19 (maquinaria).

Mecanismo causal: Disminución de porosidad y estabilidad de agregados; pérdida de capa orgánica; aumento de susceptibilidad a erosión hídrica/eólica; generación de finos.

Impactos asociados (cadena):

- **Primarios:** I17 (compactación), I19 (erosión), I10 (pérdida de productividad del suelo), I30 (sedimentos y polvos).

- **Secundarios:** I7 (disminución de infiltración) como consecuencia funcional de compactación/exposición.
- **Terciarios:** I28 (sedimentos en escurrimientos) → I6 (disminución de calidad del agua) → I20 (reducción de regulación hídrica del ecosistema).

Interpretación técnica: Es el agente causal que más claramente **conecta obra civil con degradación hidrológica**, y suele concentrar la significancia durante construcción, especialmente en temporada de lluvias.

3) Sellado del suelo con concreto y modificación del balance infiltración–escorrentía (agente causal hidrológico)

Descripción del agente: Incremento de superficies impermeables y reorganización de escurrimientos por pavimentos/vialidades y urbanización.

Actividades detonantes: A14 (pavimentos), A6 (vialidades) y obras asociadas al trazo/urbanización.

Mecanismo causal: Reducción de infiltración, incremento de escorrentía y energía de flujo; transporte de sedimentos/contaminantes; potencial azolve/obstrucción de infraestructura pluvial.

Impactos asociados (cadena):

- **Primarios:** I7 (infiltración ↓), I18 (escorrentía ↑).
- **Secundarios:** I28 (sedimentos en escurrimientos) cuando coexiste suelo expuesto/erosión.
- **Terciarios:** I6 (calidad del agua ↓) e I20 (regulación hídrica ↓).

Interpretación técnica: Este agente **consolida** impactos en fase de operación (persistencia), por lo que su control requiere enfoque de diseño (retención/infiltración y mantenimiento), no solo medidas temporales de obra.

4) Emisiones atmosféricas, material particulado y ruido (agente causal físico-operativo)

Descripción del agente: Emisiones por combustión, suspensión de polvos y generación de ruido/vibración por maquinaria y actividades constructivas.

Actividades detonantes: A19 (maquinaria pesada) y, como contribuyentes, A10/A12 (excavación y obra civil).

Mecanismo causal: Combustión (GEI y contaminantes criterio), resuspensión de partículas por tránsito y manejo de materiales; propagación sonora y vibraciones.

Impactos asociados:

- **Primarios:** I4 (GEI), I5 (emisiones contaminantes), I30 (polvos/sedimentos), I24 (ruido).
- **Secundarios:** I8 (desplazamiento de fauna inducido por ruido/perturbación).
- **Terciarios:** contribución indirecta a I22 (microclima) vía cambios de cobertura/superficie y presión energética; y efectos acumulativos por duración/frecuencia de obra.
-

Interpretación técnica: Es un agente de alta transversalidad: no define el cambio de uso de suelo, pero **amplifica** impactos y la percepción/afectación a receptores (biota y, si aplica, población).

5) Generación y manejo de residuos y aguas residuales (agente causal sanitario y de contaminación puntual)

Descripción del agente: Producción de residuos sólidos, residuos de manejo especial/peligrosos y aguas residuales durante obra y operación; riesgo por almacenamiento, transporte y disposición.

Actividades detonantes: A11 (servicios), A21 (sanitarios), y actividades de apoyo/operación (campamentos, ocupación).

Mecanismo causal: Descargas/fugas; lixiviación; arrastre por escorrentía; contaminación puntual por contacto con suelo/agua.

Impactos asociados (cadena):

- **Primarios:** I27 (aguas residuales), I14 (residuos peligrosos), I16 (residuos de manejo especial), I31 (escombros/restos).
- **Secundarios:** I13 (contaminación del suelo) por manejo deficiente o por eventos incidentales.
- **Terciarios:** I6 (calidad del agua ↓) por arrastre/infiltración de contaminantes.

Interpretación técnica: Es un agente **altamente controlable** (gestión operativa), pero con potencial de generar impactos persistentes si se materializan fallas (especialmente en suelo/agua).

6) Riesgo de derrames de combustibles y aceites (agente causal de contingencia suelo–agua)

Descripción del agente: Liberación accidental de hidrocarburos/lubricantes durante abastecimiento, mantenimiento o fallas mecánicas.

Actividades detonantes: A19 (maquinaria) y áreas de almacenamiento/servicios.

Mecanismo causal: Derrame → infiltración o escorrentía → contaminación de suelo y eventualmente agua.

Impactos asociados (cadena):

- **Primario:** I29 (riesgo de derrames).
- **Secundario:** I13 (contaminación del suelo).
- **Terciario:** I6 (calidad del agua ↓).

Interpretación técnica: Aunque no siempre ocurre, es un **agente de alta relevancia preventiva** por su costo ambiental y necesidad de respuesta inmediata (contención/recuperación y disposición).

7) Barreras físicas y linealidad de la urbanización (agente causal de fragmentación)

Descripción del agente: Incorporación de elementos lineales (vialidades) y cierres (muro perimetral) que modifican conectividad del paisaje.

Actividades detonantes: A6 (vialidades) y A20 (muro perimetral).

Mecanismo causal: Efecto barrera → disminución de conectividad ecológica y aumento del aislamiento de parches de hábitat.

Impactos asociados:

- **Primarios:** I23 (paisaje alterado), I25 (fragmentación del paisaje).
- **Secundarios/terciarios:** facilitación de I8/I11 (fauna) al reducir movilidad y disponibilidad de hábitat efectivo.

Interpretación técnica: Actúa como agente "estructural": no solo cambia la estética, también condiciona respuestas ecológicas y puede aumentar conflictos por escorrentías concentradas si el diseño no incorpora drenaje al pie.

8) Implicación para gestión (vinculación agente → control)

La lógica causal anterior permite orientar el DTU hacia "puntos de control" con mayor eficacia:

- **Evitar/minimizar en origen:** delimitación estricta, derribo por frentes, exclusiones.
- **Control de procesos:** estabilización temprana de suelos, control de erosión/sedimentos, manejo pluvial con retención/infiltración.
- **Control operativo:** residuos, sanitarios portátiles, manejo de combustibles/lubricantes, respuesta a derrames.
- **Control de perturbación:** mantenimiento de maquinaria, horarios, control de polvo/ruido.

Tabla 10. Agentes causales de impactos ambientales.

Factor	Atributo	Impacto	Agente causal
Hidrología	Calidad del agua	Disminución de la calidad del agua	Las actividades del proyecto como el desmonte, despalme, la construcción de vialidades y plataformas, así como las actividades de construcción, que lo hace susceptible de arrastre teniendo como consecuencia la contaminación del agua. Por otra parte, la inadecuada gestión de los residuos tanto líquidos como sólidos pueden generar contaminación del agua y así disminuir su calidad.
	Infiltración	Disminución del área de infiltración	El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es fundamental dado que permite la infiltración. Es así como el desmonte y despalme generarán una disminución en la capacidad de infiltración del agua. Igualmente, la construcción de vialidades y plataformas generarán compactación del suelo y afectará la infiltración finalmente en la etapa de construcción el desarrollo

Factor	Atributo	Impacto	Agente causal
			de una cubierta impermeable ocasionará una disminución en este factor
	Hidrografía	Afectación de cauces	Si bien dentro del proyecto no existen cauces, estos se verán afectados en la forma que se incremente el escurrimiento, aumentando el caudal del cauce cercano
Aire	Calidad del aire	Disminución de la calidad del aire	Las actividades del proyecto como el despalme, las diferentes actividades de la etapa de construcción, así como las actividades de operación generarán la emisión de partículas (polvos) a la atmosfera, repercutiendo así en la calidad del aire. En las distintas etapas, el uso de maquinaria de combustión interna generará emisión de gases y partículas a la atmosfera disminuyendo así la calidad del aire.
	Acústica	Aumento en el nivel de ruido	El funcionamiento de maquinaria pesada en las diferentes etapas del proyecto (principalmente durante las actividades de Desmonte y construcción de las torres y construcción de plataformas y terracerías generará emisiones de ruido.
	Microclima	Modificación de microclima	El desmonte y despalme generará cambios en el microclima.
Suelo	Erosión	Cambio en el proceso erosivo	Las actividades del proyecto como el desmonte, despalme generarán un aumento en el proceso erosivo al igual que las actividades de construcción de vialidades y plataformas.
	Características fisicoquímicas	Cambio de las características fisicoquímicas del suelo	Durante las distintas actividades del proyecto, una 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.
Paisaje	Topografía	Cambio en geoforma	El despalme, la construcción, y principalmente las terracerías y plataformas ocasionará un cambio de manera puntual en la morfología (topografía) del sitio.
	Estructura del paisaje	Cambio en la estructura del paisaje	El desmonte y despalme y principalmente la construcción de terracerías y plataformas generará cambios en la estructura del paisaje.
Fauna	Abundancia	Disminución de abundancia de fauna en el sitio	Durante las actividades del proyecto como el desmonte y despalme se afectará el hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la abundancia de fauna. Así mismo, se considera que, durante las distintas etapas del proyecto, derivado de la generación de ruido por la maquinaria y presencia humana durante la operación del fraccionamiento se ahuyentará la fauna, impactando así en la abundancia.
	Diversidad	Disminución de la diversidad de especies de fauna	Las actividades del proyecto como el desmonte y despalme generarán la disminución del hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la diversidad de fauna continuando este impacto en la etapa de construcción.
	Especies en riesgo	Disminución de las especies de fauna consideradas en	Las actividades del proyecto como el desmonte y despalme generarán la disminución del hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la diversidad de fauna, lo cual puede repercutir en la disminución de las especies consideradas en riesgo.

Factor	Atributo	Impacto	Agente causal
		alguna categoría en riesgo.	De igual manera la presencia humana de forma permanente repercutirá en este factor.
Flora	Cobertura Y Abundancia	Disminución de la cobertura de flora	El desmonte del área del proyecto generará la disminución de la cobertura de la flora en el área del proyecto.
	Diversidad	Disminución de la diversidad de flora	El desmonte del área del proyecto generará pérdida en la diversidad de la flora.
Social/ Económico	Empleo	Generación de empleos	Durante las distintas etapas del proyecto, desde la Preparación del sitio hasta la operación se generarán empleos, directos e indirectos, impactando a nivel regional principalmente.
	Uso del suelo	Productividad natural	La construcción de las torres, construcción de terracerías, plataformas y el desmonte afectarán principalmente la productividad natural del suelo, dejando el sitio con una capa impermeable que disminuirá esta de forma permanente
	Actividad económica	Fomento de la actividad económica regional	La inversión del proyecto y la generación de empleos, la demanda de servicios fomentará la actividad económica a nivel regional.
	Estructura poblacional	Migración	El proyecto es pequeño que si bien no modificará la población de forma considerable si se considera que el aumento de vivienda llegue habitantes en temporada vacacional
	Binestar/ Desarrollo humano	Fomento de desarrollo humano	Si consideramos que el desarrollo humano se mide a través de la esperanza de vida, acceso a la educación y nivel digno de vida, el proyecto fomentará el desarrollo humano en las localidades cercanas, derivadas del fomento económico y generación de empleos.

V.7 MATRIZ DE IMPORTANCIA

Con base en lo descrito anteriormente se procedió a realizar la evaluación de **los posibles impactos negativos mediante una matriz de importancia** (Método de Conesa simplificado). 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 siguiente Tabla.

Tabla 11. Criterios que componen la matriz de importancia.

Criterios		Descripción	Rango
Naturaleza	+/-	Carácter benéfico/positivo o adverso/negativo de las acciones que actúan sobre los elementos del sistema.	+ -

Criterios		Descripción	Rango
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. • Baja (no altera las funciones normales del sistema) • Media • Alta (alteración notable) • Muy alta • Total	 1 2 4 8 12
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. • Puntual (efecto localizado – área de acción) • Parcial • Extensa • Total (efecto en todo el sistema ambiental del proyecto)	 1 2 4 8
Momento	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. • Corto plazo (menor de un año) • Mediano plazo (1 a 5 años) • Largo plazo (más de 5 años)	 4 2 1
Persistencia	PE	Tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el elemento ambiental retornará a sus condiciones iniciales. • Fugaz • Temporal • Permanente	 1 2 4
Reversibilidad	RV	Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de natural. • Corto plazo • Mediano plazo (parcialmente reversible) • Irreversible (no puede retornar a su estado inicial)	 1 2 4
Sinergia	SI	Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos. • Simple • Sinérgico • Muy Sinérgico	 1 2 4
Recuperabilidad	MC	La posibilidad de reconstrucción del factor afectado, por medio de la intervención humana. • Inmediato • Medio Plazo • Mitigable • Irrecuperable	 1 2 4 8
Acumulación	AC	Incremento progresivo de la manifestación del efecto. • Simple (no acumulativo) • Acumulativo	 1 4

Criterios		Descripción	Rango
Efecto	EF	Forma de manifestarse el efecto sobre el elemento ambiental. • Indirecto (se produce a partir de un efecto primario) • Directo (incidencia inmediata)	 1 4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto. • Irregular • Periódico • Continuo	 1 2 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):

Importancia del Impacto (IM): = 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 12. Clasificación de valores de importancia.

Significancia	Unidades
Irrelevante/ Compatible	Menor a 25
Moderado	25 - 49
Severo	50 -75
Crítico	Mayor a 75

Tabla 13. Matriz de importancia para el proyecto.

Clave	Actividad/acción	I	EX	MO	PE	RV	RE	SI	AC	EF	PR	IM (negativo)
A1	Deslinde y señalización de áreas del proyecto	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	**-19**
A2	Derribo de vegetación	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	**-84**
A3	Despalme del suelo	8	8	4	4	4	2	4	4	4	4	**-70**
A4	Trazo de las obras y edificaciones	1	1	4	1	1	1	1	1	4	2	**-20**
A5	Nivelación topográfica/plataformas	8	4	4	2	2	2	4	2	4	2	**-54**
A6	Construcción de vialidades	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	**-64**
A7	Habilitación de bodega temporal de materiales	2	1	4	2	1	1	2	1	4	2	**-25**
A8	Comedor de trabajadores	2	1	4	2	1	1	2	2	4	4	**-28**
A9	Oficinas móviles	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	**-22**
A10	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda	8	4	4	2	2	2	4	2	4	2	**-54**
A11	Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).	4	2	4	2	2	2	2	2	4	2	**-36**
A12	Construcción de obra civil de las torres	8	4	4	4	4	4	2	2	4	4	**-60**
A13	Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.	4	2	4	2	2	2	1	1	4	2	**-34**
A14	Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	**-64**
A15	Obras de acceso y administrativas	4	2	4	4	4	4	2	2	4	4	**-44**
A16	Comercialización y Ocupación de viviendas	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	**-46**
A17	Mantenimiento de infraestructura	2	2	4	4	1	1	1	2	4	4	**-31**
A18	Presencia de personal	2	2	4	2	1	1	2	2	4	4	**-30**
A19	Uso de maquinaria pesada	4	4	4	2	1	1	2	2	4	4	**-40**
A20	Construcción del muro perimetral	8	4	4	4	4	4	2	2	4	4	**-60**

Resultados principales

La matriz evidencia que la **criticidad ambiental del proyecto** se concentra en **dos rutas dominantes**:

1. **Ruta ecológica (CUSTF / cambio de cobertura):**
   El **derribo de vegetación (A2)** constituye el principal detonante de impactos adversos, alcanzando **Importancia Crítica** en el factor **Flora/Vegetación** (**IM = -84, CR**) y **Severa** en **Fauna** y **Paisaje** (por pérdida de hábitat y fragmentación). Esto confirma que el componente biótico es el receptor más sensible ante la remoción de cobertura y que el cambio de uso de suelo representa el impacto estructural dominante.

2. **Ruta funcional suelo–hidrología (degradación y cambio de procesos):**
   El conjunto **despalme (A3)**, **excavaciones/cortes (A10)**, **nivelación (A5)**, **vialidades (A6)** y **pavimentos (A14)** presenta Importancias **Severas** en **Suelo** e **Hidrología/Agua**, destacando:
   - **A3–Suelo: IM = -70 (Severo alto)** por pérdida de capa orgánica/estructura, compactación y erosión.
   - **A14–Agua: IM = -64 (Severo)** por consolidación de impermeabilización, escorrentía y arrastre.
   - **A6–Suelo/Agua: IM = -64 (Severo)** por terracerías y elemento lineal que incrementa escorrentía y sedimentos.

   Estos resultados indican que, además del impacto ecológico directo, el proyecto tiende a inducir impactos **terciarios** asociados a la **alteración del balance infiltración–escorrentía**, con potencial de traducirse en deterioro de calidad del agua y pérdida de regulación hídrica si no se implementan controles efectivos.

Identificación de interacciones de mayor importancia

Con base en los valores de IM y su clase, las interacciones negativas de mayor relevancia son:

- **A2 → Flora/Vegetación: -84 (CR)**: pérdida de cobertura y biomasa; impacto primario de máxima significancia.
- **A3 → Suelo: -70 (S)**: degradación edáfica (compactación/erosión) que alimenta la cadena hidrológica.
- **A6 → Suelo y Agua: -64 (S)**: terracerías y vialidades intensifican erosión/sedimentos y escorrentía.
- **A14 → Agua: -64 (S)** y **A14 → Paisaje: -60 (S)**: impermeabilización y consolidación urbana con permanencia en operación.
- **A20 → Paisaje: -60 (S)** y **A20 → Fauna: -54 (S)**: efecto barrera/fragmentación y pérdida de conectividad.

En términos de gestión ambiental, estas interacciones constituyen los **puntos de control prioritario**, ya que presentan: (i) alta importancia, (ii) mayor persistencia y (iii) capacidad de detonar impactos secundarios/terciarios

Tabla 14. Resumen de la valoración de los impactos ambientales.

Impacto	Número de impactos -	Porcentaje del total
Compatible	3	15.00%
Moderado	9	45.00%
Severo	7	35.00%
Crítico	1	5.00%
Total	**20**	**100%**

Tabla 15. Matriz de importancia por impacto ambiental y factor.

Factor \ Impacto	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11
	Pérdida de áreas con vegetación	Reducción de biodiversidad de flora	Pérdida de hábitat para fauna y flora	Emisiones gases de efecto invernadero a la atmósfera (CO_2, CH_4, N_2O, entre otros)	Emisiones contaminantes a la atmósfera (NOx, CO, PM10, PM25, SO_2, entre otros)	Disminución de calidad del agua	Disminución de infiltración	Desplazamiento de fauna	Aumento de mortandad de fauna	Pérdida de productividad del uso del suelo	Disminución de biodiversidad de fauna
Flora	-84	-58	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fauna	—	—	—	—	—	—	—	-38	-32	—	-52
Suelo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-58	—
Hidrología/Agua	—	—	—	—	—	-58	-60	—	—	—	—
Atmósfera	—	—	—	-32	-32	—	—	—	—	—	—
Paisaje	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mixto (multi-factor)	—	—	-80	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 15 Matriz de importancia por impacto ambiental y factor… Continuación

Factor \ Impacto	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21
	Afectación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Contaminación del suelo	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos sólidos urbanos	Generación de residuos de manejo especial	Compactación del suelo	Aumento de escorrentía superficial	Erosión del suelo	Reducción de la capacidad de los ecosistemas para regular la disponibilidad de agua	Liberación de carbono almacenado en la biomasa
Flora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fauna	-58	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Suelo	—	-49	—	—	—	-56	—	-58	—	—
Hidrología/Agua	—	—	—	—	—	—	-58	—	-58	—
Atmósfera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-44
Paisaje	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mixto (multi-factor)	—	—	-36	-35	-35	—	—	—	—	—

Tabla 15 Matriz de importancia por impacto ambiental y factor… Continuación

Factor \ Impacto	I22	I23	I24	I25	I26	I27	I28	I29	I30	I31
	Modificación de microclima (temperatura, humedad y patrones de precipitación locales)	Alteración del paisaje natural	Aumento de ruido	Aumento en el proceso de fragmentación del paisaje	Pérdida de biomasa/captura de carbono	Generación de aguas residuales	Aumento de sedimentos en escurrimientos	Riesgo contaminación de derrame de aceites y combustibles	Generación de sedimentos y polvos	Generación de escombros y restos de construcción
Flora	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fauna	—	—	-32	-52	—	—	—	—	—	—
Suelo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hidrología/Agua	—	—	—	—	—	-38	-58	—	—	-35
Atmósfera	-44	—	—	—	-44	—	—	—	—	—
Paisaje	—	-60	—	—	—	—	—	—	—	—
Mixto (multi-factor)	—	—	—	—	—	—	—	-49	-38	—

La valoración realizada con la metodología de Conesa evidencia que el perfil de impactos negativos del proyecto se organiza en **dos grupos principales**:

1. **Impactos estructurales del cambio de uso de suelo** (de mayor persistencia e irreversibilidad), dominados por:

- **I1 Pérdida de áreas con vegetación** (Flora) y **I3 Pérdida de hábitat** (Flora–Fauna), que se ubican en **clase Crítica/Severa** y, por el carácter permanente del cambio de cobertura y de la función ecológica.
- **I23 Alteración del paisaje natural** (Paisaje), que se mantiene como un **impacto residual severo** por la permanencia del cambio morfológico y visual asociado a la urbanización.

2. **Impactos de proceso (controlables)**, particularmente en la cadena **suelo–hidrología**, donde la aplicación de medidas (control de erosión/sedimentos, estabilización y manejo pluvial) reduce de forma consistente la importancia, desplazando varias interacciones desde **Severo (E1)**

- **I6 Disminución de calidad del agua**, **I7 Disminución de infiltración**, **I18 Aumento de escorrentía** y **I28 Aumento de sedimentos en escurrimientos**, cuyo comportamiento depende directamente del control sobre el suelo expuesto, la energía del escurrimiento y el mantenimiento de la infraestructura pluvial.

En términos de gestión, la matriz confirma que la **mitigación es altamente efectiva** sobre impactos "dinámicos" (procesos físicos y operativos), pero **limitada** sobre impactos "estructurales" (pérdida de cobertura/hábitat y cambio permanente del paisaje). Por ello, la estrategia del proyecto será priorizar: **(i) evitar/minimizar** en el origen del CUSTF y **(ii) mitigar** con control de procesos en suelo y agua, complementado con **gestión operativa estricta** para residuos, aguas residuales y derrames.

Tabla 16. Valoración de los impactos y Factores ambientales (resumen de la tabla 15).

Impacto	Factor (según Interacciones)	IM E1	Clase E1
I1 Pérdida de áreas con vegetación	**Flora**	**-84**	**Crítico**
I2 Reducción biodiversidad flora	Flora	-58	Severo
I3 Perdida de hábitat fauna/flora	**Mixto (Flora–Fauna)**	**-80**	**Crítico**
I4 Emisiones GEI	Atmósfera	-32	Moderado
I5 Emisiones contaminantes	Atmósfera	-32	Moderado
I6 Disminución de calidad del agua	Hidrología	-58	Severo
I7 Disminución de infiltración	Hidrología	-60	Severo
I8 Desplazamiento de fauna	Fauna	-38	Moderado
I9 Mortandad de fauna	Fauna	-32	Moderado
I10 Pérdida productividad del suelo	Suelo	-58	Severo
I11 Disminución biodiversidad fauna	Fauna	-52	Severo
I12 Afectación NOM-059	Fauna	-58	Severo
I13 Contaminación del suelo	Suelo	-49	Moderado
I14 Residuos peligrosos	Mixto (Suelo–Hidrología)	-36	Moderado
I15 RSU	Mixto (Suelo–Hidrología)	-35	Moderado
I16 RME	Mixto (Suelo–Hidrología)	-35	Moderado
I17 Compactación del suelo	Suelo	-56	Severo
I18 Escorrentía superficial ↑	Hidrología	-58	Severo
I19 Erosión del suelo	Suelo	-58	Severo
I20 Regulación disponibilidad de agua ↓	Hidrología/Agua	-58	Severo

Impacto	Factor (según Interacciones)	IM E1	Clase E1
I21 Liberación de carbono (biomasa)	Atmósfera	-44	Moderado
I22 Modificación microclima	Atmósfera	-44	Moderado
I23 Alteración del paisaje natural	Paisaje	-60	Severo
I24 Ruido ↑	Fauna	-32	Moderado
I25 Fragmentación del paisaje ↑	Fauna	-52	Severo
I26 Pérdida biomasa/captura carbono	Atmósfera	-44	Moderado
I27 Aguas residuales	Hidrología	-38	Moderado
I28 Sedimentos en escurrimientos ↑	Hidrología	-58	Severo
I29 Riesgo derrames aceites/combustibles	Mixto (Suelo–Hidrología)	-49	Moderado
I30 Sedimentos y polvos	Mixto (Atmósfera–Suelo)	-38	Moderado
I31 Escombros/restos construcción	Hidrología	-35	Moderado

V.8 ANÁLISIS DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

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.

En este sentido, no se identifican impactos que obstaculiza la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, o la continuidad de los procesos naturales. Sin embargo, se identificaron distintos impactos severos y moderados, los cuales requieren un análisis más detallado para determinar las medidas de prevención y /o mitigación de dichos impactos.

Tabla 17. Descripción y análisis del impacto en geomorfología.

Factor	Paisaje	**Atributo**	Estructura/Topografía
Impacto	Modificación del paisaje – topografía.		
Agente causal:	El desmonte y despalme, construcción de dos torres entre 28 y 31 metros de altura aunado construcción de vialidades y plataformas.		
Descripción de Impacto	La topografía del sitio del proyecto sufrirá modificaciones parciales por la construcción de plataformas y los cortes de las vialidades. Esta actividad se realizará de forma progresiva en un periodo de **6 semestres**. La superficie de las plataformas y vialidades, de las cuales suman 5,807 m^2 serán sujetas a este proceso (Estacionamientos y accesos, vialidad y torres de viviendas o departamentos).		

Factor	Paisaje	**Atributo**	Estructura/Topografía

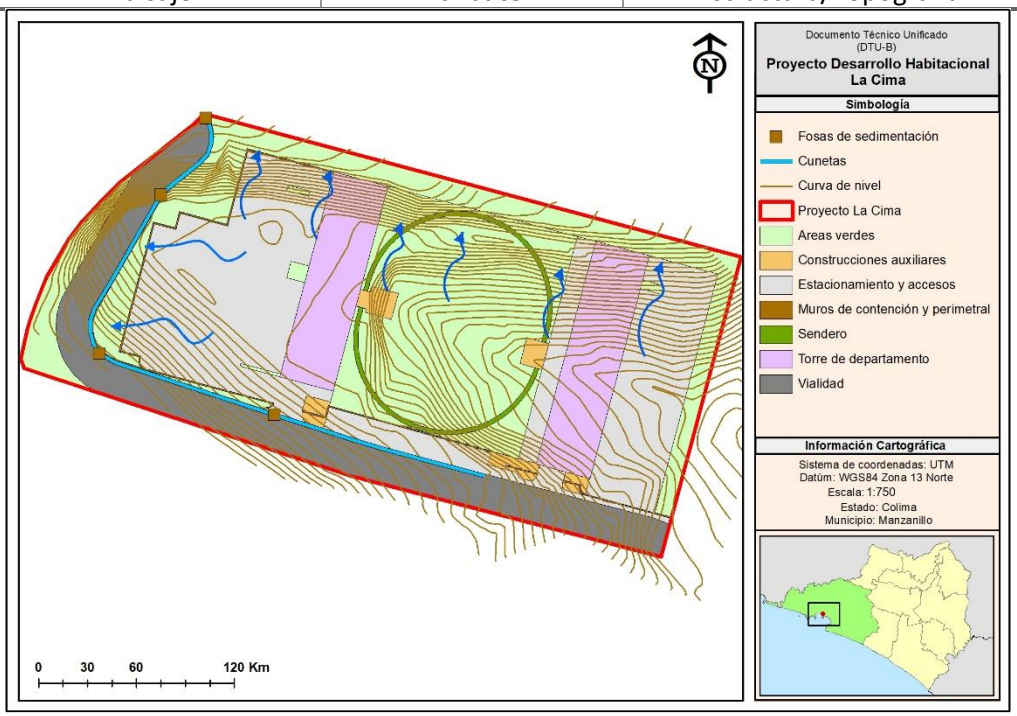


Figura 11. **Proyecto de lotificación y urbanización.**

Tabla 18. Áreas y superficies del proyecto.

Áreas de proyecto	**Superficie m2**	**% del proyecto**
Áreas verdes	3,504	35.94%
Construcciones auxiliares	163	1.67%
Estacionamiento y accesos	2,996	30.73%
Muros de contención y perimetral	139	1.43%
Sendero	136	1.40%
Torre de departamento	1,226	12.58%
Vialidad	1,585	16.26%
Total	**9,749**	**100.00%**

Indicador

Indicador: Superficie que presentará modificación de geoforma (plataformas y vialidades).

- Sistema ambiental del proyecto 8,527.28 ha.
- Sitio de plataformas y vialidades 0.5807 ha.

El porcentaje de la superficie alterada con relación al sistema ambiental:

% Superficie alterada = (0.5807 /8,527.28) * 100 =**0.0068%**

Significancia

El factor **Paisaje** presenta impactos de alta relevancia, en particular **I23 (alteración del paisaje natural)**, que mantiene una **importancia residual severa.** Esto se debe a que el paisaje cambia por la incorporación de elementos permanentes (infraestructura, vialidades, pavimentos, cerramientos), y aunque pueden aplicarse medidas de

Factor	Paisaje	**Atributo**	Estructura/Topografía
	integración paisajística (diseño, vegetación ornamental, pantallas vegetales, acabados), la reversibilidad es limitada. La **fragmentación del paisaje (I25)**, adscrita en tu matriz al componente fauna (por conectividad), actúa como un impacto estructural complementario que refuerza el efecto territorial del proyecto. El paisaje es un impacto **permanente**, con mitigación centrada en reducir contraste, ordenar el crecimiento y controlar bordes, más que en revertir el cambio.		

Tabla 19. Descripción y análisis del impacto en hidrología.

Factor	Hidrología	**Atributo**	Infiltración
Impacto	Disminución en la infiltración.		
Agente causal:	Desmonte y despalme, sellamiento del suelo con concreto o pavimentos.		
Descripción de Impacto	La **disminución de la infiltración** se refiere a la **reducción de la capacidad del suelo para permitir el ingreso y percolación del agua de lluvia** hacia los horizontes subsuperficiales, disminuyendo la recarga del suelo y del acuífero local. En el contexto del proyecto inmobiliario con **cambio de uso de suelo forestal**, este impacto se origina principalmente durante la **preparación del sitio y construcción**, y puede **persistir en operación** cuando se incorporan superficies impermeables. 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 el CUSTF se verá disminuida la capacidad de infiltración del terreno.		
Indicador	**Indicador: Capacidad de infiltración en m^3.** Si comparamos la infiltración actual con la ejecución del proyecto (cambio de uso de suelo en terrenos forestales) se tendría una disminución de **751 m^3 (2,365 – 1,614)** 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 CUSTF**.**		
Significancia	En la la matriz asigna alta importancia a los impactos que describen la transición funcional del sistema: **I7 (infiltración ↓)**, **I18 (escorrentía ↑)** e **I28 (sedimentos en escurrimientos ↑)**, con expresión final en **I6 (calidad del agua ↓)** y en **I20 (reducción de la regulación de disponibilidad de agua)** como efecto terciario (servicio ecosistémico).		

Tabla 20. Capacidad de infiltración en el área de CUSTF en dos escenarios

Infiltración actual (m^3)	**Infiltración con CUSTF (m^3)**	**Diferencia (m^3)**
2,365	1,614	-751

Factor	Hidrología	**Atributo**	Infiltración
	Estos impactos tienden a disminuir su importancia cuando se controlan los mecanismos (suelo expuesto, energía del flujo, retención/infiltración y mantenimiento). La reducción es técnicamente consistente: al "romper" la cadena infiltración–escorrentía–sedimentos, disminuye la probabilidad de deterioro de calidad del agua. Sin embargo, la existencia de superficies impermeables implica que el proyecto mantiene un componente residual de cambio hidrológico, por lo que el desempeño dependerá del **diseño pluvial** y del **mantenimiento**. La hidrología es el componente donde la mitigación es más eficaz, siempre que las medidas sean estructurales (diseño pluvial + control de sedimentos)		

Tabla 21. Descripción y análisis del impacto en el suelo.

Factor	Suelo	**Atributo**	Erosión
Impacto	Aumento en el proceso erosivo.		
Agente causal:	Despalme y desmonte. El proceso erosivo se incrementa por la convergencia de los siguientes mecanismos: • **Pérdida de cobertura y protección del suelo:** el derribo de vegetación elimina el efecto amortiguador de la copa, hojarasca y raíces, que reducen la energía de impacto de la lluvia y estabilizan el suelo. • **Despalme y remoción de la capa orgánica:** la eliminación del horizonte superficial disminuye cohesión, estabilidad de agregados y capacidad de retención, dejando material fino susceptible a desprendimiento. • **Movimientos de tierra (cortes, excavaciones, rellenos y plataformas):** generan taludes, superficies desnudas y material suelto; además, incrementan la longitud y pendiente efectiva de escurrimiento. • **Compactación y sellado parcial:** reduce infiltración y promueve **escorrentía superficial**, aumentando energía y capacidad de arrastre. • **Concentración de flujos por obras lineales (vialidades, cunetas, bordes de plataformas):** canaliza el agua y acelera el desprendimiento y transporte de sedimentos.		
Descripción de Impacto	En el proyecto existen actividades que implican la remoción total del suelo, y/o propiciarán el aumento en los procesos erosivos tanto hídrica. El proyecto contempla el desmonte de **0.9308 ha** para la ejecución de todas las actividades. El aumento del proceso erosivo funciona como un **impacto bisagra** que alimenta efectos en agua y suelo: **I19 (erosión ↑) → I30 (sedimentos y polvos ↑) → I28 (sedimentos en escurrimientos ↑) → I6 (calidad del agua ↓) → I20 (regulación hídrica ↓)** El impacto se detona principalmente en etapas de preparación y construcción por actividades que exponen y/o movilizan el suelo: • **Derribo de vegetación (A2):** elimina la protección (copa, hojarasca, raíces) que reduce energía de lluvia y estabiliza el suelo.		

<table>
<tr><td>Factor</td><td>Suelo</td><td>Atributo</td><td>Erosión</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">

Despalme del suelo (A3): remueve el horizonte superficial y la materia orgánica, reduciendo cohesión y estructura.
Trazo, nivelación/plataformas (A4–A5): modifica el microrelieve, crea superficies desnudas y rutas preferenciales de escurrimiento.
Excavaciones, cortes y conformación de taludes (A10): expone material suelto y genera pendientes susceptibles a erosión.
Construcción de vialidades y obras lineales (A6) y pavimentos (A14): pueden concentrar flujos (cunetas/bordes) incrementando energía de escurrimiento en zonas receptoras.
Uso de maquinaria pesada (A19): genera compactación, huellas, surcado y generación de finos; incrementa el potencial de arrastre.

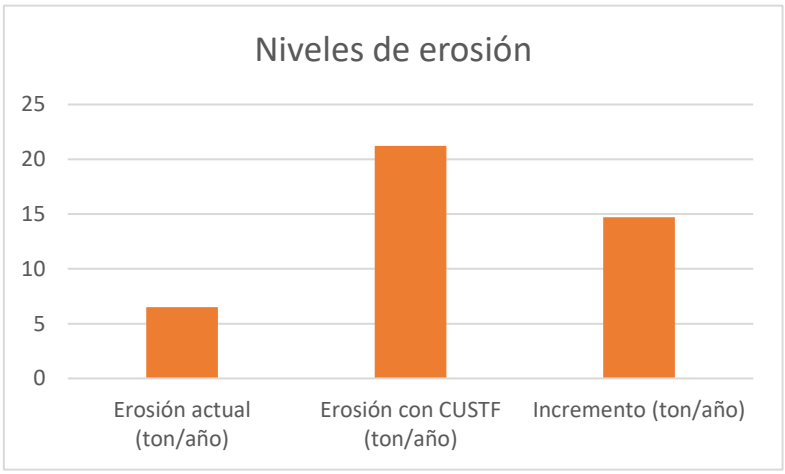
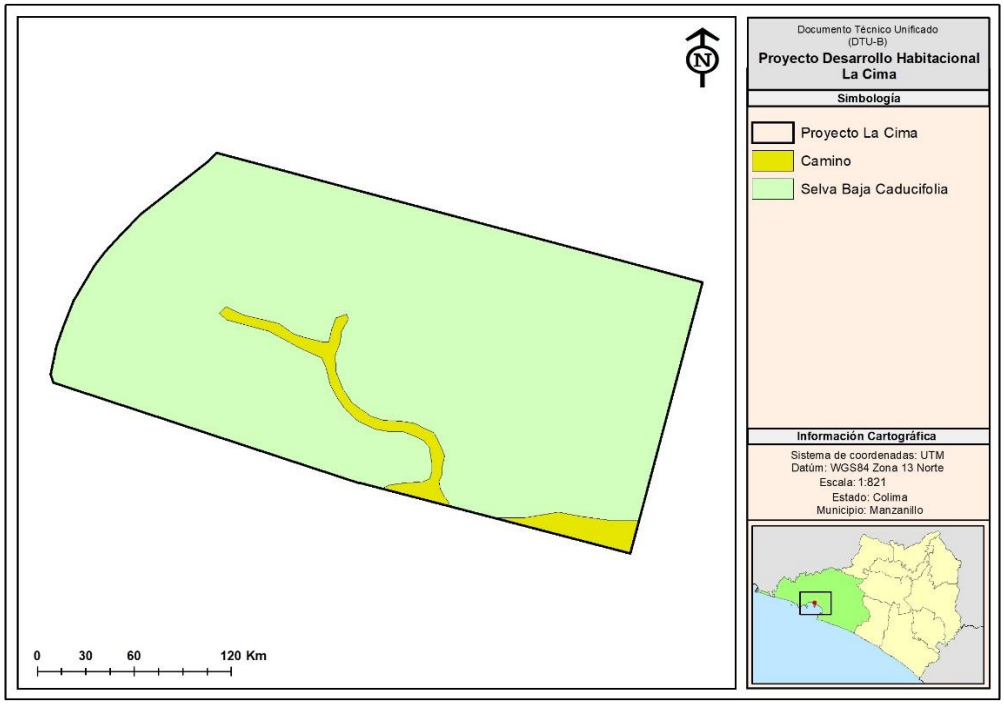
Dicho desmonte incrementará el potencial del proceso erosivo del suelo hídrico. El CUSFT se ejecutará de manera gradual, conforme el proyecto lo requiere. En la ilustración siguiente se presenta el incremento de la erosión a consecuencia del CUSFT por todo el sitio del proyecto.


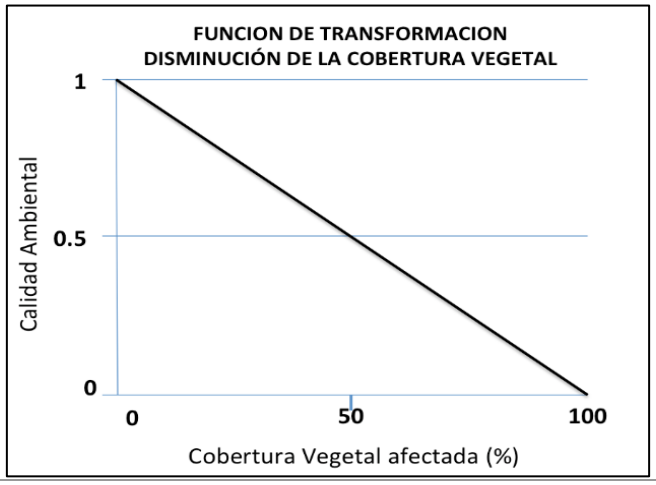
Figura 12. Avance del CUSTF mensual
</td></tr>
<tr><td>Indicador</td><td colspan="3">
Con base a las dimensiones del proyecto se prevé una erosión de:
Tabla 22. Incremento de la Erosión por el CUSTF
<table>
<tr><th>Clase de erosión</th><th>Erosión actual (ton/año)</th><th>Erosión con CUSTF (ton/año)</th><th>Incremento (ton/año)</th></tr>
<tr><td>Erosión hídrica (ton/ha/año)</td><td>6.99</td><td>22.80</td><td>15.81</td></tr>
<tr><td>Erosión hídrica total (ton/año)</td><td>6.51</td><td>21.22</td><td>14.71</td></tr>
</table>
El CUSTF incrementará la erosión en 15.81 ton/ha/año, si lo multiplicamos por el área del proyecto se tendrá una erosión potencial de 14.71 ton/año a causa del CUSTF.
</td></tr>
<tr><td>Significancia</td><td colspan="3">Se considera un impacto de alta relevancia por su capacidad de detonar efectos secundarios y terciarios fuera del punto de origen (sedimentos en escurrimientos, deterioro de calidad del agua y pérdida funcional de regulación hídrica). La significancia</td></tr>
</table>

Factor	Suelo	**Atributo**	Erosión
	aumenta cuando concurren: **pendientes**, suelos finos, lluvias intensas, grandes superficies expuestas y ausencia de controles.		

Tabla 23. Descripción y análisis del impacto en flora Cobertura.

Factor	Flora	**Atributo**	Cobertura
Impacto	Remoción cobertura forestal		
Agente causal:	El impacto se genera principalmente durante la preparación del sitio y primeras etapas constructivas: • **A2 Derribo de vegetación** (detonante principal). • **A3 Despalme del suelo** (elimina regeneración, banco de semillas y capa orgánica superficial).		
Descripción de Impacto	El impacto sobre la **flora** asociado al proyecto se concentra en la **remoción de vegetación forestal**, la cual constituye el mecanismo principal del **cambio de uso de suelo** dentro del polígono de intervención. En términos ecológicos, esta acción implica la **eliminación directa** de la cobertura vegetal y de su estructura (estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, según corresponda), con la consecuente pérdida de individuos, biomasa y funciones ecosistémicas asociadas. Para el presente proyecto, la **superficie total a intervenir** es de **0.9749 ha**, de las cuales la **superficie forestal a desmontar** corresponde a **0.9308 ha**. Esto indica que la afectación a la flora se expresa predominantemente como una **pérdida de cobertura forestal** dentro del área de influencia directa, con carácter **intenso y de alta persistencia** en las zonas que serán ocupadas por infraestructura permanente (vialidades, plataformas, edificaciones y pavimentos).  Figura 13. **Plano del área de CUSFT.**		

Factor	Flora	**Atributo**	Cobertura
	La remoción de vegetación forestal genera una afectación que trasciende la eliminación visible de árboles o arbustos, debido a que implica: 1. **Pérdida de cobertura vegetal y estructura de la comunidad** Se elimina la configuración vertical y horizontal del ensamble vegetal (densidad, estratificación, continuidad), disminuyendo la heterogeneidad del hábitat y los microambientes que permiten la persistencia de especies con requerimientos particulares (sombra, humedad, suelos orgánicos, etc.). 2. **Reducción de diversidad florística local (impacto secundario asociado)** La eliminación de individuos reproductivos y juveniles conlleva una reducción del "pool" genético local y de la capacidad de repoblamiento natural, particularmente cuando el disturbio elimina parches completos de vegetación continua. 3. **Afectación del potencial de regeneración natural** El derribo y las actividades subsecuentes (limpieza, despalme, movimientos de tierra) tienden a remover o degradar el **banco de semillas**, plántulas, propágulos, hojarasca y materia orgánica superficial, componentes que normalmente soportan la regeneración natural posterior a disturbios de baja intensidad. 4. **Efectos de borde y cambios microambientales** La apertura del dosel incrementa radiación y velocidad del viento y reduce humedad relativa, lo que induce condiciones más secas y cálidas. Estas modificaciones reducen la probabilidad de establecimiento de especies de sombra y favorecen especies ruderales u oportunistas, alterando la trayectoria de sucesión. 5. **Mayor susceptibilidad a colonización por especies invasoras o ruderales** Las superficies abiertas y perturbadas incrementan la probabilidad de colonización por especies de rápida dispersión, lo que puede comprometer la restauración y la estabilidad vegetal en áreas no impermeabilizadas.		
Indicador	**Tipo: Directo o primario**, debido a que la remoción elimina físicamente la vegetación. **Temporalidad:** Se manifiesta de forma **inmediata** durante la preparación del sitio y se consolida como **permanente** en áreas urbanizadas (por sustitución del ecosistema por infraestructura). **Reversibilidad: Baja** en áreas impermeabilizadas y con ocupación permanente; **parcial** en áreas no selladas, condicionada a la restauración del suelo y a la recuperación de la cobertura. Como indicador del impacto es de igual manera el área afectada de vegetación natural de **0.9308 ha** representada por vegetación de selva baja caducifolia. Para hacer una valoración de este decremento en la superficie forestal del Sistema Ambiental, se utiliza como indicador del impacto la siguiente ecuación:		

Factor	Flora	**Atributo**	Cobertura
	$$Idv = \frac{AFp}{AFsar} * 100$$ donde: • Idv = Indicador del Decremento de la cobertura vegetal: Indicador que relaciona la cobertura afectada por alguna obra o el proyecto en su totalidad, con una superficie de referencia, esta expresado en unidades de proporción. • AFp = Área Forestal del Proyecto con CUSTF • AFsar = Área Forestal en el SA **Superficie que presentará CUSTF.** • Sistema ambiental con terreno forestal 4,464.85 ha. • Área forestal en el sitio del proyecto 0.9308 ha. **El porcentaje de la superficie alterada con relación al sistema ambiental:** % Superficie alterada del SA = (0.9308/4,464.85) * 100 =**0.02%**		
Significancia	La remoción de **0.9308 ha** de vegetación forestal constituye un impacto de **alta relevancia** por su **persistencia** y por representar la transformación principal del sistema natural hacia un uso urbano. Aun cuando se apliquen medidas de manejo (rescate, restauración y compensación), el impacto conserva un componente **residual elevado** en las zonas de ocupación permanente, dado que la comunidad vegetal original es sustituida por infraestructura y la recuperación del ecosistema (en términos de composición, estructura y función) no es equivalente en el corto o mediano plazo. La base del indicador anterior (0.02) consta en la relación inversamente proporcional que tiene la afectación a la cubierta vegetal, es decir cuánto más sea la cobertura afectada la calidad ambiental será menor. Esta correlación nos indica que a mayor cobertura vegetal afectada o disminuida expresada en porcentaje del total de la superficie del SA, menor será la calidad ambiental en la cuenca. De acuerdo con el resultado de la ecuación, nos indica que la calidad ambiental es menor a 1. Esto corresponde a la baja proporción afectada de la cobertura por parte del proyecto de CUSTF en relación con la superficie del SA del proyecto.  		

Factor	Flora	**Atributo**	Cobertura
	A pesar del indicador extremadamente bajo con relación a la del SA, el valor de este impacto resulta relativamente alto considerando la superficie del CUSTF; esta característica corresponde al carácter residual del impacto, debido a la afectación temporal por el cambio de uso de suelo. Los atributos del impacto lo denominan dentro de los impactos destacables con las siguientes características: a. Tiene un efecto inmediato sobre el ambiente b. Se manifiesta en el período inmediato posterior al desarrollo de la acción que lo desencadena c. Tiene una duración indefinida d. Se limita a la extensión del CUSTF e. Las Manifestaciones del efecto serán a lo largo de la etapa de operación y aun en los primeros años de la ejecución de la restauración del predio de compensación adicional en tanto no se avance en forma significativa en las acciones de restauración de este predio.		

Tabla 24. Descripción y análisis del impacto flora Riqueza-Diversidad-Abundancia.

Factor	Flora	**Atributo**	Riqueza específica- Diversidad - Abundancia
Impacto	La alteración de hábitats como consecuencia del cambio de uso de suelo en terrenos forestales puede producir efectos en la disminución de los tamaños de poblaciones de especies de flora por lo que es importante prever la posible afectación a este tipo de especies a fin de establecer de forma general, las acciones a seguir para conservar, mediante el rescate y trasplante las especies vegetales. Lo anterior debido a que durante esta acción se presenta el mayor impacto sobre la vegetación.		
Agente causal:	El impacto del proyecto sobre la flora, asociado principalmente a la **remoción de vegetación forestal (CUSTF)** dentro del área de intervención (0.9308 ha de un total de 0.9749 ha), se expresa ecológicamente como una **reducción abrupta y persistente** de los atributos básicos de la comunidad vegetal: **riqueza de especies**, **diversidad** (composición y equidad) y **abundancia** (densidad/cobertura/biomasa). Este efecto representa el núcleo del impacto **I1 (pérdida de áreas con vegetación)** y deriva en **I2 (reducción de biodiversidad de flora)**, con consecuencias funcionales sobre la capacidad de regeneración y estabilidad del sistema,		
Descripción de Impacto	**Riqueza (S)** La **riqueza** es el **número de especies** presentes en un área (S). **Impacto esperado:** En las zonas desmontadas la riqueza tiende a **disminuir hasta valores cercanos a cero** (al eliminarse individuos y microhábitats), y en el mejor de los casos queda representada por especies oportunistas que colonizan áreas perturbadas (ruderales). En remanentes colindantes, la riqueza puede disminuir por **efecto de borde** (cambios de luz, humedad y temperatura) y por la interrupción de procesos de dispersión y regeneración.		

<table>
<tr><td>Factor</td><td>Flora</td><td>Atributo</td><td>Riqueza específica- Diversidad - Abundancia</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Diversidad (α-diversidad y equidad)
La diversidad no solo depende de cuántas especies hay, sino de cómo se distribuyen sus abundancias (equidad). Se expresa mediante índices como Shannon-Wiener (H')

En virtud de que se verán afectadas áreas con vegetación natural por el desmonte, se ha obtenido información de campo suficiente para determinar las especies de flora que se verán afectadas por el CUSTF dentro de las áreas forestales (0.9308 ha), el detalle de la riqueza, abundancia y biodiversidad se encuentra en el capítulo IV, resumiendo los indicadores más relevantes en la siguiente tabla.

Tabla 25. Comparativo de biodiversidad de los diferentes estratos en el SA y el área de CUSTF.
<table>
<tr><th rowspan="2">Estrato</th><th colspan="2">Riqueza Especies</th><th colspan="2">Índice de Biodiversidad</th></tr>
<tr><th>Área CUSTF</th><th>Sistema Ambiental</th><th>Área CUSTF</th><th>Sistema Ambiental</th></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>21</td><td>34</td><td>2.460</td><td>2.923</td></tr>
<tr><td>Arbustivo</td><td>10</td><td>12</td><td>1.997</td><td>2.034</td></tr>
<tr><td>Herbáceo</td><td>7</td><td>9</td><td>1.297</td><td>1.991</td></tr>
<tr><td>Otras formas de vida</td><td>6</td><td>10</td><td>1.505</td><td>1.689</td></tr>
</table>
Fuente: Elaborado a partir de los datos del inventario forestal del área de CUSTF y SA.

De acuerdo con los estudios en el sitio de CUSTF NO se tienen especies listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</td></tr>
<tr><td>Indicador</td><td colspan="3">Impacto esperado: En el área de desmonte la abundancia sufre una reducción inmediata (remoción directa). En remanentes, puede observarse disminución de abundancia efectiva por mortalidad secundaria (estrés de borde), reducción de regeneración y compactación/erosión del suelo que inhibe reclutamiento.

Mecanismo: derribo y limpieza; pérdida de raíces que estabilizan el suelo; compactación y erosión que reducen disponibilidad de agua y nutrientes; incremento de perturbación que limita plántulas.

Como se puede observar, se tienen 44 especies identificadas en el área de CUSTF. Además de acuerdo con lo descrito en el capítulo IV de este ETJ, se tiene la presencia de estas mismas especies dentro del Sistema Ambiental definido para el proyecto, por lo que se considera que, la afectación de estas especies con la ejecución del CUSTF no pone en riesgo la presencia de estas en la región. Además de que estas mismas especies serán prioritarias en el programa de rescate de flora y su establecimiento en áreas del mismo sistema ambiental del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Significancia</td><td colspan="3">El impacto del proyecto sobre la flora en términos de Riqueza–Diversidad–Abundancia se caracteriza por una disminución significativa e inmediata de los tres atributos en el área de desmonte, con un componente residual alto debido a la sustitución del ecosistema por infraestructura. La pérdida de abundancia (densidad/biomasa/cobertura) constituye el efecto primario, mientras que la reducción de riqueza y la simplificación de la diversidad (menor equidad y mayor dominancia de especies oportunistas) representan efectos secundarios que condicionan la resiliencia y la trayectoria de recuperación del sistema. La magnitud de</td></tr>
</table>

Factor	Flora	**Atributo**	Riqueza específica- Diversidad - Abundancia
	la recuperación potencial depende de la proporción de área impermeabilizada, el estado del suelo posterior a obra y la eficacia de medidas de restauración/revegetación y mantenimiento. De acuerdo con lo anterior, el impacto se considera de intensidad crítica a nivel del proyecto y mínima a nivel de la Sistema Ambiental al ser esta puntual, de efecto inmediato, sinérgico, y recuperable en el mediano plazo, por lo que se ha ponderado como un **impacto severo**.		

Tabla 26. Descripción y análisis del impacto en fauna.

Factor	Fauna	**Atributo**	Abundancia-Riqueza
Impacto	Disminución de abundancia y riqueza de fauna.		
Agente causal:	Desmonte y despalme, construcción de vialidades y terraplenes, construcción de torres y en general la presencia humana. La disminución de abundancia y riqueza se produce por la interacción de varios mecanismos: **a) Pérdida de hábitat y recursos (mecanismo principal)** La remoción de vegetación forestal elimina o reduce **refugio, sitios de descanso, áreas de reproducción, alimento y microhábitats**. Esto reduce la **capacidad de carga** del área (número máximo de individuos que puede sostener), generando una caída directa de abundancia y, posteriormente, pérdida de riqueza por exclusión de especies con requerimientos específicos. **b) Desplazamiento por perturbación (ruido, presencia humana y maquinaria)** Durante la preparación y construcción, el incremento de ruido y actividad humana induce **evitación del área**, cambios en patrones de actividad (diurnos/nocturnos) y abandono temporal o permanente de sitios utilizados previamente, disminuyendo la abundancia detectable y efectiva. **c) Fragmentación y pérdida de conectividad** La incorporación de elementos lineales y de cierre (vialidades, muros, infraestructura) produce un **efecto barrera** que limita movimiento, dispersión y recolonización. Esto puede aislar parches de hábitat, aumentando el riesgo de desaparición local de especies con baja movilidad o con territorios amplios. **d) Aumento de mortalidad incidental (impacto puntual pero relevante)** La operación de maquinaria, el tránsito y el movimiento de materiales pueden incrementar riesgos de **atropellamiento, atrapamiento, destrucción de nidos/refugios** o mortalidad de individuos con baja capacidad de escape (anfibios, reptiles, pequeños mamíferos), reduciendo abundancia y afectando la permanencia de especies. **e) Cambios microambientales y "efecto de borde"** La apertura del dosel y la urbanización modifican temperatura, humedad y cobertura, afectando especies dependientes de condiciones forestales (sombra/humedad), lo que favorece especies oportunistas y reduce riqueza.		
Descripción de Impacto	La **disminución de la abundancia y la riqueza de fauna** corresponde a la **reducción del número de individuos (abundancia)** y del **número de especies presentes (riqueza)** en el área de influencia del proyecto, como resultado de la **pérdida y transformación del**		

Factor	Fauna	**Atributo**	Abundancia-Riqueza
	hábitat, la **fragmentación del paisaje** y el incremento de **perturbaciones antrópicas** (ruido, iluminación, presencia humana y operación de maquinaria). En un proyecto inmobiliario con **cambio de uso de suelo en terreno forestal**, este impacto se interpreta como un efecto **secundario y terciario**, inducido principalmente por la remoción de vegetación y la sustitución del ecosistema por infraestructura. En el proyecto durante las diferentes etapas desde la preparación del sitio hasta la construcción y operación se tendrá la presencia de maquinaría y trabajadores, que provoca que la fauna tienda a buscar refugio en áreas aledañas más seguras para las especies de la región. Principalmente, la alteración del ambiente sonoro ahuyentará a la fauna, ya que el ruido es generalmente el primer indicativo de la presencia humana. Principalmente los animales terrestres como pequeños roedores, tlacuaches, tuzas, zorrillos y mapaches, por su naturaleza, con el inicio de las operaciones tienden a desplazarse a otras áreas más alejadas de las zonas con actividades antropogénicas en busca de refugios y alimento, cuando sienten afectado ó amenazado su hábitat por actividad y presencia humana. Conforme se avanza a la etapa de operación del proyecto, se tendrá menor presencia de trabajadores y con ello la fauna regresará de forma paulatina pero parcial, esto debido a que las áreas forestales a afectar de manera permanente dejarán este impacto de forma residual a la fauna de la región. Una secuencia del impacto: **Remoción de vegetación (I1)** → **Pérdida de hábitat (I3)** + **Fragmentación (I25)** + **Ruido/perturbación (I24)** → **Desplazamiento (I8)** / **Mortandad puntual (I9)** → **Disminución de abundancia y riqueza (I11)** El impacto se genera por la combinación de actividades que transforman el hábitat y aumentan perturbación: • **A2 Derribo de vegetación** y **A3 despalme del suelo** (eliminación de cobertura y microhábitats). • **A5 nivelación/plataformas** y **A10 excavaciones/cortes** (alteración del terreno, destrucción de refugios). • **A6 construcción de vialidades** y **A14 pavimentos** (pérdida de permeabilidad y consolidación urbana). • **A20 muro perimetral** (efecto barrera y reducción de conectividad). • **A19 uso de maquinaria pesada** y **A18 presencia de personal** (ruido, vibración, perturbación continua). • **A16 ocupación** (presión operativa: tránsito, iluminación nocturna, ruido, presencia constante).		
Indicador	La **disminución de la abundancia y riqueza de fauna** se define como: • **Abundancia:** reducción en el **número de individuos** (densidad o abundancia relativa) presentes o detectables en el área de influencia. • **Riqueza:** reducción del **número de especies (S)** registradas o potencialmente presentes, derivada de la pérdida de condiciones de hábitat, conectividad y recursos.		

Factor	Fauna	**Atributo**	Abundancia-Riqueza

Este impacto refleja una **simplificación de la comunidad faunística**, con tendencia a la persistencia de especies generalistas y tolerantes al disturbio y pérdida o reducción de especies especialistas o sensibles.

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 las especies sin dificultad.

Se tiene un total de 78 especies potenciales en el sistema ambiental, de las cuales 45 se registraron el área del proyecto.

Tabla 27. Comparativo de riqueza especifica por grupo faunístico a nivel sistema ambiental y área del proyecto.

Taxa	Área del Proyecto	Sistema Ambiental
Anfibios	-	-
Aves	29	48
Mamíferos	6	13
Reptiles	10	17

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del estudio de fauna silvestre en el área de CUSTF y SA.

Tabla 28. Comparativo de abundancia por grupo faunístico a nivel sistema ambiental y área del proyecto.

Taxa	Área del Proyecto	Sistema Ambiental
Anfibios	0	0
Aves	202	318
Mamíferos	25	54
Reptiles	56	92

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del estudio de fauna silvestre en el área de CUSTF y SA.

Tabla 29. Comparativo del Índice de Shannon y Weaver por grupo faunístico a nivel sistema ambiental y área del proyecto.

Taxa	H' Área del Proyecto	H' Sistema Ambiental
Anfibios	-	-
Aves	3.198	3.672
Mamíferos	1.691	2.515
Reptiles	2.209	2.646

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del estudio de fauna silvestre en el área de CUSTF y SA.

Considerando los índices de diversidad faunística en cada uno de los cuatro grupos de vertebrados registrados en las unidades de análisis como lo es el sistema ambiental y a nivel sitio del proyecto, se concluye que en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales no se encuentran especies únicas y las existentes se encuentran bien representadas a nivel de la cuenca, en donde se tienen mejores valores de riqueza y abundancia

Naturaleza: negativa.

Factor	Fauna	**Atributo**	Abundancia-Riqueza
	Tipo: predominantemente **indirecto** (secundario/terciario), con componentes directos por mortalidad incidental en obra. **Persistencia:** media–alta; puede ser **alta** si la transformación del hábitat es permanente y si la conectividad queda limitada. **Reversibilidad: parcial**, condicionada a conservación de remanentes, restauración y control de barreras/perturbaciones; baja para especies especialistas o sensibles. **Significancia:** alta cuando existen especies con requerimientos estrictos, baja movilidad, o cuando el sitio funciona como corredor/conectividad; puede ser crítica si se confirma presencia de especies en categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010). En el área del proyecto se identificaron 3 especies (*Sternula antillarum, Thalasseus elegans* y *Iguana iguana)* bajo la categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual representa únicamente el 6.66% de la fauna total registrada en el CUSTF, estas especies se encuentra representadas en el SA.		
Significancia	De acuerdo con las consideraciones antes mencionadas, y teniendo en cuenta que el proyecto contempla el rescate y reubicación de fauna, no supone riesgo para la fauna silvestre de la zona. Es decir que, 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. En este sentido, es un **impacto moderado** por ser de intensidad media y extensión puntual; teniendo en cuenta las acciones de restauración y compensación del sitio será posible mitigar parcialmente el impacto.		

V.9 CONCLUSIONES

Con base en la información contenida en el presente estudio, así como en las técnicas de evaluación de los impactos ambientales utilizados en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará una serie de impactos ambientales negativos, pero también es evidente la presencia de impactos benéficos desde el punto de vista socioeconómico. De manera específica se señala lo siguiente:

1. Se describieron y analizaron los diversos factores que conforman los ecosistemas, en específico aquellos con los que el proyecto tiene interacción, por lo que la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

> Calificar el efecto de los impactos sobre los elementos que conforman a los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental de la LGEEPA).
>
> Desarrollar esta calificación en el contexto de un SA (Artículo 13, fracción IV del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA), de forma tal que la evaluación se refiere al Sistema Ambiental (CHF) definido y no solo al predio objeto del aprovechamiento.

2. En el contexto de impacto relevante establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de estos impactos no es significativa, ya que se pretende afectar un área del proyecto de 0.9749 dnetro de la cual se pretende realizar el CUSTF en 0.9308 ha y que a nivel del sistema ambiental que representa el 0.02% del sistema ambiental (4,464.85 ha).

3. Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales de flora y fauna no serán afectadas debido a que en todos los casos las áreas de distribución de estas son mayores al sistema ambiental.

Con base en la identificación, análisis causal y evaluación de impactos desarrollada para el proyecto (incluyendo la lectura por factores ambientales y la valoración de importancia), se concluye que la obra sí generará impactos ambientales relevantes, particularmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido a la naturaleza del proyecto y a la necesidad de cambio de uso de suelo en terreno forestal.

En términos espaciales, la intervención se concentra en una superficie total de 0.9749 ha, con una superficie forestal a desmontar de 0.9308 ha, por lo que el componente biótico presenta la afectación dominante. Esta condición implica que el impacto principal no se limita a la remoción de individuos vegetales.

De manera integrada, los impactos negativos se agrupan en dos grandes bloques: (i) impactos estructurales e (ii) impactos de proceso (mitigables mediante control técnico y operativo).

1. **Impactos estructurales del cambio de uso de suelo**

- **Pérdida de vegetación forestal y reducción de biodiversidad de flora:** se trata del impacto primario más significativo, debido a la eliminación de cobertura, biomasa, estratificación y microhábitats. Aun con restauración y compensación, en áreas ocupadas por infraestructura el cambio es **de alta persistencia**.

- **Pérdida de hábitat y afectación a fauna (abundancia y riqueza):** como consecuencia de la remoción de vegetación, la fragmentación y la perturbación, se prevé reducción de la capacidad del sitio para sostener poblaciones, con desplazamiento y simplificación de la comunidad faunística, especialmente en especies sensibles a disturbio y pérdida de conectividad.
- **Alteración permanente del paisaje:** el cambio morfológico y visual derivado de la urbanización (edificaciones, vialidades, pavimentos y elementos perimetrales) constituye un impacto de **persistencia elevada**, donde la mitigación se orienta principalmente a reducir contraste, ordenar bordes e integrar medidas paisajísticas, sin eliminar el carácter permanente del cambio.

2. **Impactos de proceso en el medio físico (suelo e hidrología)**

- **Degradación del suelo (despalme, compactación, erosión):** durante movimientos de tierra, conformación de plataformas, excavaciones y tránsito de maquinaria, el suelo puede perder estructura, porosidad y estabilidad, incrementando su susceptibilidad a erosión.
- **Disminución de infiltración y aumento de escorrentía:** la reducción de infiltración (por compactación/sellado y por superficies impermeables) tiende a incrementar la escorrentía superficial, lo que favorece el transporte de sedimentos.
- **Aumento de sedimentos en escurrimientos y potencial deterioro de calidad del agua:** esta cadena (suelo expuesto + escorrentía) es particularmente relevante en temporada de lluvias y constituye uno de los ejes de control prioritario para evitar afectaciones aguas abajo, azolves y fallas en infraestructura pluvial.

3. **Impactos operativos y de apoyo**

- **Emisiones a la atmósfera, generación de polvo y ruido:** asociados a maquinaria, transporte de materiales y frentes de obra; típicamente son impactos de carácter temporal, controlables con medidas operativas (mantenimiento, riego, control de velocidades y horarios).
- **Residuos (RSU, RME y potencialmente peligrosos) y aguas residuales:** su relevancia depende del manejo y trazabilidad; sin control pueden inducir contaminación puntual.
- **Riesgo de derrames de combustibles/aceites:** aunque de ocurrencia contingente, su importancia radica en el potencial de contaminar suelo y, por arrastre o infiltración, afectar agua.

Se reconoce que, **aun cuando se presentarán impactos ambientales significativos**, el proyecto contempla un conjunto de **medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación** orientadas a:

- **Evitar/minimizar** afectaciones fuera del polígono autorizado mediante delimitación estricta, control de frentes y supervisión ambiental.
- **Reducir impactos de suelo e hidrología** mediante control integral de erosión y sedimentos, estabilización de superficies/taludes, manejo pluvial con enfoque de retención/infiltración y mantenimiento preventivo.
- **Disminuir afectaciones a fauna** a través de rescate/manejo, control de perturbación (ruido, iluminación, tránsito), capacitación y vigilancia.
- **Controlar impactos operativos** con manejo integral de residuos, gestión de aguas residuales, prevención y respuesta a derrames, y trazabilidad documental.
- **Compensar la pérdida de cobertura forestal** conforme aplique, con metas verificables y seguimiento de supervivencia/mantenimiento.

Estas medidas se **desarrollarán y detallarán en los Capítulos VI y VII**, donde se establecerán los programas, procedimientos, responsables, indicadores, frecuencias de monitoreo, evidencias de cumplimiento y criterios de corrección, con el objetivo de reducir la magnitud del impacto residual y asegurar control continuo durante las etapas del proyecto.

Conclusión final

En síntesis, el proyecto implica una transformación ambiental relevante por el cambio de uso de suelo forestal y la consolidación de infraestructura, por lo que su impacto principal es de naturaleza estructural. Sin embargo, la mayor parte de los impactos asociados a procesos físicos y operativos (suelo, escorrentía, sedimentos, residuos, emisiones, ruido y contingencias) **pueden prevenirse o mitigarse eficazmente** mediante la implementación estricta y verificable de las medidas previstas, complementadas con un programa de vigilancia y seguimiento. Por lo anterior, la viabilidad ambiental del proyecto queda condicionada a la **aplicación integral y permanente** de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en los **Capítulos VI y VII**, así como al cumplimiento de los criterios de control, monitoreo y mejora continua durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Capítulo VI

Justificación Técnica, Económica y Social que Motive la Autorización Excepcional del Cambio de Uso de Suelo

CONTENIDO

VI . JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO 1
VI.1 QUE NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD 1
VI.1.1 Biodiversidad de la flora 1
VI.1.1.1 Análisis de la biodiversidad de flora en el Área del Proyecto (AP) 1
VI.1.1.2 Análisis de la biodiversidad de flora en el Sistema Ambiental (SA) 3
VI.1.1.3 Análisis de la abundancia relativa, índice de valor de importancia (IVI) y biodiversidad de las especies de flora 5
VI.1.1.3.1 Estrato arbóreo 5
VI.1.1.3.2 Estrato arbustivo 11
VI.1.1.3.3 Estrato otras formas de vida 16
VI.1.1.3.4 Estrato herbáceo 19
VI.1.1.4 Resultados y conclusiones 23
VI.1.2 Biodiversidad de la fauna 24
VI.1.2.1 Análisis de la biodiversidad de fauna en el Área del Proyecto (AP) 25
VI.1.2.2 Análisis de la biodiversidad de fauna en el Sistema Ambiental (SA) 26
VI.1.2.3 Análisis de la abundancia y biodiversidad de las especies de fauna 28
VI.1.2.3.1 Abundancia 28
VI.1.2.3.2 Biodiversidad 31
VI.1.2.3.3 Medidas de mitigación 34
VI.1.2.4 Resultados y conclusiones 35
VI.2 JUSTIFICACIÓN QUE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SERÁ MITIGADA 37
VI.3 JUSTIFICACIÓN QUE EL DETERIORO EN LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN DE SU CAPTACIÓN SE MITIGUE. 50
VI.4 JUSTIFICACIÓN QUE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO SE MITIGUE 63
VI.4.1 Metodología de estimación de las emisiones y almacenamiento de carbono 64
VI.4.2 Cálculo del carbono almacenado en el área de custf 65
VI.4.3 Medidas de mitigación y conservación del carbono 67
VI.5 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL 71
VI.5.1 Rentabilidad actual del sitio sin proyecto 71
VI.5.2 Uso más productivo a largo plazo con el uso propuesto 72

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE FLORA EN EL ÁREA DEL PROYECTO. 2
TABLA 2. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 4
TABLA 3. ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL AP Y SA. 7
TABLA 4. CANTIDAD DE INDIVIDUOS DE RESCATE POR TRASPLANTE PARA LAS ESPECIES DE FLORA DEL ESTRATO ARBÓREO. 10
TABLA 5. CANTIDAD DE MATERIAL GENÉTICO DE RESCATE PARA LAS ESPECIES DE FLORA DEL ESTRATO ARBÓREO. 10
TABLA 6. ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE PARA EL ESTRATO ARBUSTIVO EN EL AP Y SA. 13
TABLA 7. CANTIDAD DE INDIVIDUOS DE RESCATE POR TRASPLANTE PARA LAS ESPECIES DE FLORA DEL ESTRATO ARBUSTIVO. 15
TABLA 8. ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE PARA EL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA EN EL AP Y SA. 17
TABLA 9. CANTIDAD DE MATERIAL GENÉTICO DE RESCATE PARA LAS ESPECIES DE FLORA DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA. 19
TABLA 10. ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE PARA EL ESTRATO HERBÁCEO EN EL AP Y SA. 21
TABLA 11. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE FAUNA EN EL ÁREA DEL PROYECTO. 25
TABLA 12. RIQUEZA Y BIODIVERSIDAD DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 27
TABLA 13. ABUNDANCIA RELATIVA E ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE PARA EL ESTRATO ARBÓREO EN EL AP Y SA. 30
TABLA 14. EROSIÓN HÍDRICA DEL ÁREA DEL PROYECTO EN DOS ESCENARIOS. 37
TABLA 15. EROSIÓN HÍDRICA DEL ÁREA DEL PROYECTO EN DOS ESCENARIOS. 38
TABLA 16. ACTIVIDADES Y SUPERFICIES PARA LA MITIGACIÓN DE LA EROSIÓN. 38
TABLA 17. COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA POTENCIAL VS CAPACIDAD DE LAS ZANJAS TRINCHERAS. 39
TABLA 18. VALORES DE C PARA PASTIZALES, MATORRAL Y ARBUSTOS. 41
TABLA 19. VALORES DEL FACTOR K EN EL SITIO DEL PREDIO DE COMPENSACIÓN. 42
TABLA 20. FACTOR C CONSIDERADO PARA EL ÁREA DE COMPENSACIÓN ADICIONAL. 42
TABLA 21. PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA ECUACIÓN EUPS. 43
TABLA 22. EROSIÓN HÍDRICA PROMEDIO POR HECTÁREA POR POLÍGONO POR AÑO. 43
TABLA 23. EROSIÓN HÍDRICA TOTAL EN LAS ÁREAS DE REFORESTACIÓN. 44
TABLA 24. COMPARATIVO DE LA EROSIÓN POTENCIAL POR HECTÁREA EN LOS TRES ESCENARIOS EN EL SITIO DEL PROYECTO 44
TABLA 25. CARACTERÍSTICAS DE LAS TERRAZAS INDIVIDUALES. 45
TABLA 26. CARACTERÍSTICAS DE LAS TERRAZAS INDIVIDUALES. 45
TABLA 27. COMPARATIVO DEL INCREMENTO DE LA EROSIÓN HÍDRICA CON LA CAPACIDAD DE LAS OBRAS 45
TABLA 28. DISEÑO DE LAS BARRERAS DE MATERIAL MUERTO 46
TABLA 29. COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA POTENCIAL VS CAPACIDAD DE LAS BARRERAS DE MATERIAL MUERTO 46
TABLA 30. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE SUELO DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA A IMPLEMENTAR. 46
TABLA 31. COMPARATIVO DE LA EROSIÓN A GENERAR Y LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN. 46
TABLA 32. RESUMEN DE LOS VALORES DE EROSIÓN ACUMULADA Y DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE SUELO DE LAS OBRAS. 47
TABLA 33. ESCENARIOS DE LA EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL EN EL ÁREA DE CUSTF Y SU LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LAS OBRAS. 47
TABLA 34. COMPARATIVO DE LA EROSIÓN POTENCIAL TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO. 48
TABLA 35. PROGRAMA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES AL SUELO. 49
TABLA 36. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA 50
TABLA 37. INFILTRACIÓN OBTENIDA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO. 51
TABLA 38. TASA DE INFILTRACIÓN DE ACUERDO AL GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO 53
TABLA 39. COMPARATIVO DE LA DISMINUCIÓN DE LA INFILTRACIÓN VS CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN ZANJAS DE INFILTRACIÓN. 54
TABLA 40. FACTOR K INTERPOLADA DEL SUELO TIPO B PARA LA COBERTURA DEL SUELO. 55
TABLA 41. FACTOR K CONSIDERADO UN SUELO TIPO B PARA LA COBERTURA DEL SUELO. 55
TABLA 42. INTERCEPCIÓN DE LA VEGETACIÓN ESCENARIO DE RESTAURACIÓN AÑO 1 AL 6. 56
TABLA 43. EVAPOTRANSPIRACIÓN ESCENARIO DE RESTAURACIÓN AÑO 1 AL 6. 56
TABLA 44. ESCURRIMIENTO EN EL ESCENARIO DE RESTAURACIÓN AÑO 1 AL 6. 57
TABLA 45. BALANCE HIDROLÓGICO DE LA REFORESTACIÓN AÑO 1 AL 6. 57
TABLA 46. COMPARATIVO DE LA INFILTRACIÓN ACTUAL Y CON PROYECTO POR AÑO. 58

TABLA 47. NUMERO DE TERRAZAS INDIVIDUALES A CONSTRUIR....58
TABLA 48. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE LAS TERRAZAS INDIVIDUALES....59
TABLA 49. COMPARATIVO DE LA DISMINUCIÓN DE LA INFILTRACIÓN VS CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN TERRAZAS INDIVIDUALES. 59
TABLA60
TABLA 50. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE AGUA....61
TABLA 51. CONTENIDO DE CARBONO (TC/HA) PARA EL BOSQUE TROPICAL SECO. 66
TABLA 52. CONTENIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EN LOS TRES ESCENARIOS....69
TABLA 53. VALORACIÓN DE LOS RECURSOS ACTUALES DEL SITIO DEL PROYECTO....71
TABLA 54. INVERSIONES O GASTOS DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO INMOBILIARIO. 73
TABLA 55. VALOR ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DEL PROYECTO. 73
TABLA 56. INDICADORES FINANCIEROS (1-2)....74
TABLA 57. INDICADORES FINANCIEROS (2-2)....74
TABLA 58. RESULTADOS DE INDICADORES FINANCIEROS....75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. GRÁFICO DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA POR ESTRATO EN EL AP....3
FIGURA 2. GRÁFICO DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA POR ESTRATO EN EL SA....5
FIGURA 3. COMPARATIVO DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA DEL ESTRATO ÁRBÓREO ENTRE EL SA Y EL AP (CUSTF)....10
FIGURA 4. COMPARATIVO DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA DEL ESTRATO ARBUSTIVO ENTRE EL SA Y EL AP (CUSTF). 15
FIGURA 5. COMPARATIVO DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA DEL ESTRATO OTRAS FORMAS DE VIDA ENTRE EL SA Y EL AP (CUSTF). 19
FIGURA 6. COMPARATIVO DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA DEL ESTRATO HERBÁCEO ENTRE EL SA Y EL AP (CUSTF). 23
FIGURA 7. GRÁFICO DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA POR ESTRATO EN EL AP....26
FIGURA 8. GRÁFICO DE LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE FLORA POR ESTRATO EN EL SA....27
FIGURA 9. COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD DE FAUNA DE LAS ESPECIES DE AVES ENTRE EL SA Y AP. 32
FIGURA 10. COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD DE FAUNA DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS ENTRE EL SA Y AP. 33
FIGURA 11. COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD DE FAUNA DE LAS ESPECIES DE REPTILES ENTRE EL SA Y AP. 34
FIGURA 12. OBRAS DE CONSERVACIÓN DE USO DE SUELO “ZANJAS TRINCHERAS”. 40
FIGURA 13. ÁREA A SER RESTAURADAS. 41
FIGURA 14. GRÁFICA COMPARATIVA DE LOS VALORES DE RETENCIÓN DE LAS OBRAS VS EROSIÓN POTENCIAL. 47
FIGURA 15. GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE EROSIÓN EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS....48
FIGURA 16. BALANCE INFILTRADO POR LA RESTAURACIÓN MÁS LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA POR AÑO. 61
FIGURA 17. GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE LAS MEDIDAS A IMPLEMENTAR....61
FIGURA 18. PARÁMETROS INICIALES DEL PROYECTO EN EX - ACT....65
FIGURA 19. BALANCE DEL CARBONO EN EL ECOSISTEMA 67
FIGURA 20. ESQUEMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO EN EL SISTEMA EX -ACT 68
FIGURA 21. MODELO DE REFORESTACIÓN Y LA CAPTURA DE CARBONO POR LA REFORESTACIÓN....68
FIGURA 22. CONTENIDO DE TCO2 EQ EN LOS TRES ESCENARIOS 69
FIGURA 23. BALANCE Y RESULTADOS DEL SISTEMA EX -ACT DEL PROYECTO. 69

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI.1 QUE NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD

VI.1.1 BIODIVERSIDAD DE LA FLORA

Para determinar que la ejecución del proyecto **no comprometerá la biodiversidad ni la funcionalidad ecológica del área**, se consideró la información derivada del inventario de flora realizado en el Sistema Ambiental y en el Área del Proyecto, descrita en el Capítulo IV. El análisis de la biodiversidad se efectuó con base en la agrupación de las especies vegetales en cuatro estratos estructurales: **arbóreo, arbustivo, herbáceo y otras formas de vida**. Cabe destacar que el Área del Proyecto se encuentra conformada exclusivamente por vegetación de **Selva Baja Caducifolia**, la cual es representativa del entorno regional y no presenta condiciones de rareza, singularidad o fragilidad ecológica excepcional dentro del Sistema Ambiental.

Con base en lo anterior, se realizó el análisis de la biodiversidad por estrato para el tipo de vegetación identificado dentro del polígono del proyecto, específicamente en las áreas sujetas a **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, con el objetivo de evaluar su estructura, composición y grado de representatividad. Los resultados obtenidos indican que la afectación se limita a una superficie reducida y que el proyecto **no genera una pérdida significativa de biodiversidad ni altera de manera sustancial los procesos ecológicos del Sistema Ambiental**, por lo que, al considerar la aplicación de las medidas de mitigación y compensación propuestas, **se concluye que el proyecto es ambientalmente viable y susceptible de autorización**.

VI.1.1.1 Análisis de la biodiversidad de flora en el Área del Proyecto (AP)

Con base en los indicadores de biodiversidad de flora estimados en el Área del Proyecto (AP), se observa una diferenciación clara en la estructura y complejidad ecológica entre los distintos estratos de la vegetación, lo que refleja patrones contrastantes de diversidad, dominancia y equidad.

El estrato arbóreo presenta la mayor riqueza específica (S = 21), lo que indica una composición florística amplia. El índice de Simpson (λ = 0.861) lo clasifica dentro de una diversidad alta, evidenciando una elevada heterogeneidad estructural. De manera consistente, el índice de Berger–Parker (0.311) indica alta diversidad con dominancia moderada, ya que ninguna especie concentra una proporción excesiva de individuos. El índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.460) corresponde a una diversidad media, valor característico de comunidades bien estructuradas con adecuada combinación de riqueza y abundancia relativa. La equidad de Pielou (J’ = 0.808), clasificada como equidad media, confirma una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies, lo que sugiere un estrato arbóreo funcionalmente estable y con buen estado de conservación.

El estrato arbustivo muestra una riqueza específica moderada (S = 10). El índice de Simpson (0.838) lo ubica también en la categoría de diversidad alta, mientras que el índice de Berger–Parker (0.248) indica alta diversidad y baja dominancia, reflejando una estructura donde ninguna especie domina de forma marcada. El índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.997) se clasifica como diversidad baja, lo que sugiere que la diversidad está limitada

principalmente por el número de especies presentes. No obstante, la equidad de Pielou (J' = 0.867) corresponde a una equidad media, evidenciando una distribución relativamente uniforme de los individuos, lo que sugiere un estrato arbustivo equilibrado, pero con complejidad florística moderada.

En el caso de las otras formas de vida, la riqueza específica es baja (S = 6). El índice de Simpson (0.750) indica una diversidad media, mientras que el índice de Berger–Parker (0.340) se clasifica como alta diversidad, aunque cercana al umbral de dominancia media, lo que refleja cierta concentración de individuos en pocas especies. El índice de Shannon–Wiener (H' = 1.505) corresponde a una diversidad baja, asociada a la escasa riqueza específica. Sin embargo, la equidad de Pielou (J' = 0.840) se clasifica como equidad media, lo que indica que, a pesar del bajo número de especies, los individuos se distribuyen de forma relativamente uniforme. Este estrato presenta una estructura simplificada pero funcionalmente equilibrada.

Finalmente, el estrato herbáceo registra una riqueza específica baja (S = 7) y los valores más reducidos de diversidad. El índice de Simpson (0.593) lo clasifica como diversidad media, mientras que el índice de Berger–Parker (0.472) indica diversidad media con dominancia moderada, evidenciando una fuerte concentración de individuos en una o pocas especies. El índice de Shannon–Wiener (H' = 1.297) corresponde a una diversidad baja, y la equidad de Pielou (J' = 0.666) se clasifica como equidad baja, confirmando una distribución desigual de los individuos. Este patrón es característico de estratos herbáceos dominados por especies oportunistas, comúnmente asociados a disturbio elevado o manejo frecuente.

En conjunto, el análisis por estratos indica que la mayor complejidad estructural y estabilidad ecológica se concentra en el estrato arbóreo, seguido del arbustivo, mientras que las otras formas de vida y el estrato herbáceo presentan estructuras más simples, mayor dominancia y menor diversidad, lo que refleja un gradiente vertical de biodiversidad y estado de conservación dentro del sistema.

Tabla 1. Riqueza y biodiversidad de flora en el Área del Proyecto.

Estrato	Biodiversidad					
	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
Arbóreo	21	0.861	0.311	2.460	3.045	0.808
Arbustivo	10	0.838	0.248	1.997	2.303	0.867
Otras formas de vida	6	0.750	0.340	1.505	1.792	0.840
Herbáceo	7	0.593	0.472	1.297	1.946	0.666

La figura siguiente indica que el Área del Proyecto conserva una estructura vegetal estratificada, donde los estratos arbóreo y arbustivo mantienen mayor diversidad, equidad y estabilidad ecológica, mientras que el estrato herbáceo refleja una comunidad más simplificada y dominada, típica de ambientes con disturbio o alta dinámica ecológica. Este patrón es consistente con ecosistemas donde la vegetación leñosa aporta soporte estructural y funcional clave, y la vegetación herbácea responde rápidamente a cambios ambientales y antrópicos.

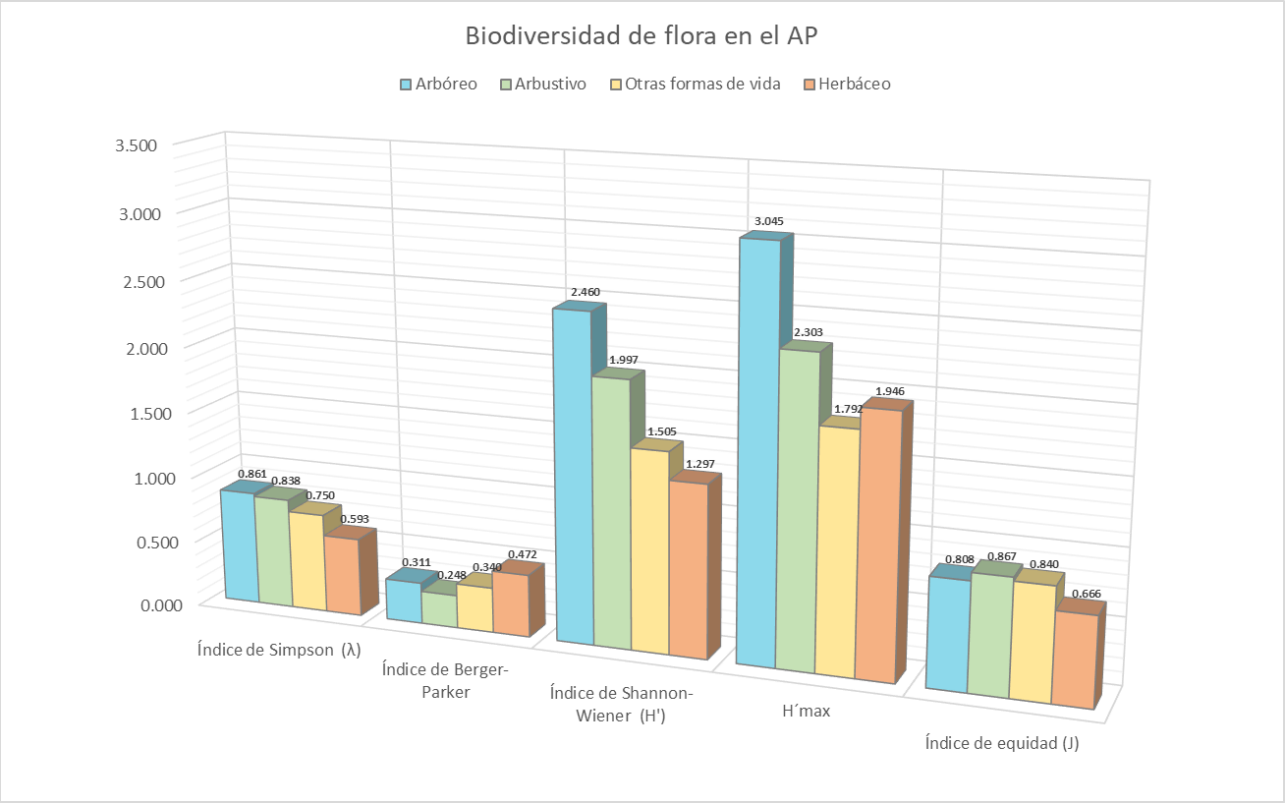


Figura 1. Gráfico de los Índices de biodiversidad de flora por estrato en el AP.

VI.1.1.2 Análisis de la biodiversidad de flora en el Sistema Ambiental (SA)

En el Sistema Ambiental se identifican diferencias claras en la complejidad estructural, dominancia y equidad entre los estratos de la vegetación, lo que permite caracterizar el estado ecológico de cada uno dentro del sistema.

El estrato arbóreo presenta la mayor riqueza específica (S = 34), lo que refleja una composición florística amplia y diversa. El índice de Simpson (λ = 0.921) se clasifica como diversidad alta (0.81–1.00), indicando una elevada heterogeneidad y una baja probabilidad de dominancia. De manera consistente, el índice de Berger–Parker (0.159) corresponde a alta diversidad (<0.40), lo que confirma una baja dominancia relativa, sin concentración marcada de individuos en una sola especie. El índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.923) se ubica en el rango de diversidad media (2–3), valor característico de comunidades bien estructuradas en ecosistemas tropicales estacionales. La equidad de Pielou (J’ = 0.829), clasificada como equidad media (0.70–0.89), indica una distribución relativamente uniforme de los individuos. En conjunto, este estrato representa el componente más diverso, complejo y ecológicamente estable del sistema.

El estrato arbustivo muestra una riqueza específica moderada (S = 12). El índice de Simpson (0.812) lo sitúa dentro de la diversidad alta, mientras que el índice de Berger–Parker (0.313) indica alta diversidad con dominancia moderada, reflejando una estructura equilibrada pero con mayor concentración de individuos en algunas especies respecto al estrato arbóreo. El índice de Shannon–Wiener (H’ = 2.034) se clasifica como diversidad media, lo que sugiere una combinación adecuada de riqueza y equidad. La equidad de Pielou (J’ = 0.819), también media, confirma una distribución relativamente homogénea de los individuos. Este patrón es consistente con un estrato funcionalmente estable, aunque con menor complejidad florística que el arbóreo.

Las otras formas de vida presentan una riqueza específica baja (S = 9). El índice de Simpson (0.738) se clasifica como diversidad media (0.51–0.80), indicando una heterogeneidad intermedia. El índice de Berger–Parker (0.444) corresponde a diversidad media (0.40–0.60), lo que evidencia una dominancia moderada de ciertas especies. El índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.689) se ubica en el rango de diversidad baja (1–2), reflejando la limitada riqueza específica. No obstante, la equidad de Pielou (J’ = 0.769) se clasifica como equidad media, lo que indica que, pese al bajo número de especies, los individuos se distribuyen de forma relativamente uniforme. Este estrato muestra una estructura simplificada pero funcionalmente equilibrada.

Finalmente, el estrato herbáceo registra una riqueza específica moderada (S = 10). El índice de Simpson (0.805) se clasifica como diversidad media, mientras que el índice de Berger–Parker (0.387) indica alta diversidad (<0.40), aunque cercana al umbral de dominancia media, lo que sugiere la presencia de especies con mayor abundancia relativa. El índice de Shannon–Wiener (H’ = 1.991) corresponde a una diversidad baja, asociada a una distribución desigual de las abundancias. Sin embargo, la equidad de Pielou (J’ = 0.865) se clasifica como equidad media, indicando una repartición relativamente homogénea de los individuos entre las especies presentes. Este patrón es característico de estratos herbáceos con dinámica alta y respuesta rápida a disturbios.

En conjunto, el análisis por estratos evidencia que la mayor diversidad y estabilidad ecológica se concentra en el estrato arbóreo, seguido del arbustivo, mientras que las otras formas de vida y el estrato herbáceo presentan estructuras más simples y mayor influencia de la dominancia, lo que refleja un gradiente vertical de biodiversidad y de estado de conservación dentro del área de estudio.

Tabla 2. Riqueza y biodiversidad de flora en el Sistema Ambiental.

Estrato	Biodiversidad					
	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
Arbóreo	34	0.921	0.159	2.923	3.526	0.829
Arbustivo	12	0.812	0.313	2.034	2.485	0.819
Otras formas de vida	9	0.738	0.444	1.689	2.197	0.769
Herbáceo	10	0.805	0.387	1.991	2.303	0.865

La figura muestra la comparación de índices de diversidad ecológica para los distintos estratos de la vegetación dentro del Sistema Ambiental (arbóreo, arbustivo, herbáceo y otras formas de vida). La biodiversidad de flora en el Sistema Ambiental refleja un ecosistema estructuralmente complejo, diverso y ecológicamente estable, con estratos bien definidos, alta equidad y baja dominancia extrema, especialmente en el componente arbóreo. Estos patrones indican un estado de conservación favorable, que cumple una función clave como matriz ecológica regional, manteniendo procesos como la regeneración natural, la conectividad biológica y la resiliencia frente a disturbios naturales.

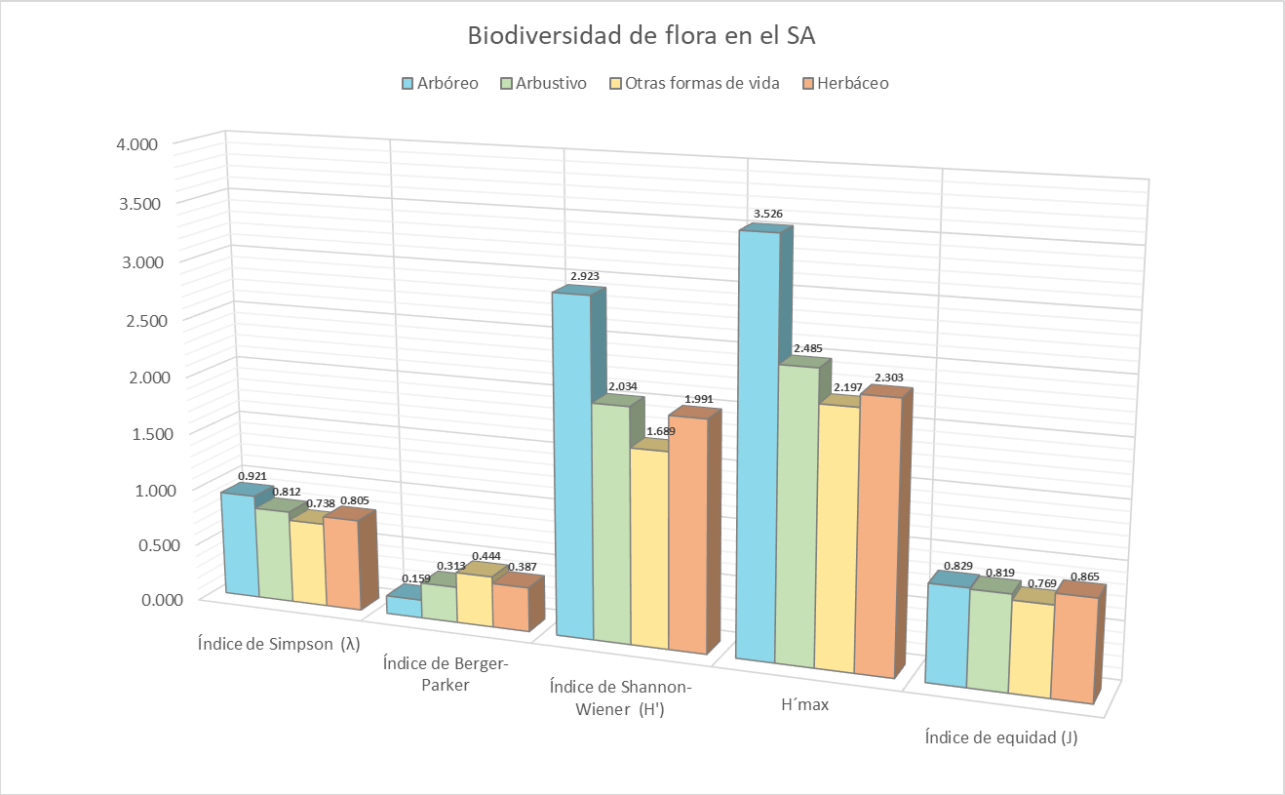


Figura 2. Gráfico de los Índices de biodiversidad de flora por estrato en el SA.

VI.1.1.3 Análisis de la abundancia relativa, índice de valor de importancia (IVI) y biodiversidad de las especies de flora

El desarrollo de los puntos siguientes se lleva a cabo con base a la información recabada con los trabajos de campo y expuesta en capítulos previos del presente estudio, a fin con el cumplimiento con lo señalado en el **Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, la información que se analiza se estructura de la siguiente manera:

- Comparativo abundancia e IVI por unidad de análisis (SA y AP).
- Comparativo de biodiversidad mediante el Índice de Simpson (λ), Índice de Berger-Parker, Índice de Shannon-Wiener (H'), Diversidad máxima (H´max) e Índice de equidad (J) y determinación de la importancia de la diferencia entre los valores de diversidad obtenidos por unidad de análisis (SA y AP).
- Medidas de prevención y mitigación establecidas.

VI.1.1.3.1 Estrato arbóreo

Abundancia e Índice de Valor de Importancia (IVI)

La comparación de la flora entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP/CUSTF) evidencia diferencias cuantitativas y estructurales relevantes. En términos de abundancia total, el SA registra **2,144.3 ind/ha**, mientras que el AP presenta **1,344.1 ind/ha**, lo que representa una reducción neta de **800.2 ind/ha**,

equivalente a aproximadamente 37.3% menos individuos en el área del proyecto. Esta disminución sugiere una simplificación del estrato arbóreo asociada a la intervención antrópica.

A nivel específico, varias especies muestran reducciones importantes de abundancia e Índice de Valor de Importancia (IVI) en el AP, lo que indica pérdida de elementos estructurales. Destacan *Coulteria platyloba*, que pasa de 340.0 ind/ha e IVI de 23.18% en el SA a 37.7 ind/ha e IVI de 6.81% en el AP (diferencia de +302.3 ind/ha y +16.38 % IVI a favor del SA), así como *Cenostigma eriostachys*, con 102.3 ind/ha e IVI de 20.12% en el SA frente a 44.4 ind/ha e IVI de 8.72% en el AP (diferencia de +57.9 ind/ha y +11.40% IVI). Estas especies mantienen un papel estructural clave en el SA y pierden relevancia en el AP.

En contraste, el AP presenta concentración de dominancia en pocas especies, reflejada en incrementos de abundancia relativa e IVI. El caso más evidente es *Heliocarpus terebinthinaceus*, que en el SA registra 242.2 ind/ha e IVI de 26.06%, mientras que en el AP aumenta a 417.7 ind/ha e IVI de 53.68%, concentrando más de la mitad del IVI total del estrato. Este patrón es característico de ambientes con disturbio, donde especies tolerantes u oportunistas incrementan su dominancia.

Asimismo, se identifican especies exclusivas del SA ausentes en el AP, como *Casearia nitida* (100.0 ind/ha; IVI 6.98%), *Forchhammeria pallida* (111.1 ind/ha; IVI 11.37%), *Roseodendron donnell-smithii* (322.2 ind/ha; IVI 17.60%) y *Lonchocarpus constrictus* (53.3 ind/ha; IVI 11.31%). La ausencia conjunta de estas especies representa una pérdida superior a 586 ind/ha, asociada a la eliminación de componentes propios de etapas sucesionales más maduras.

Las diferencias observadas se asocian directamente al grado de disturbio y al uso del suelo. El SA, con menor intervención antrópica, conserva especies de mayor afinidad a condiciones más estables y un arreglo estructural complejo. En contraste, el AP ha sido sujeto a modificaciones del uso del suelo, lo que ha favorecido la pérdida de especies sensibles y el incremento de especies oportunistas o de rápida regeneración. Este patrón es consistente con procesos de remoción selectiva de vegetación, apertura del dosel y compactación del suelo, que reducen la diversidad y favorecen la dominancia de pocos taxones.

Dentro del contexto regional, el Área del Proyecto constituye un subconjunto florístico del Sistema Ambiental, con menor diversidad y complejidad estructural. Su funcionamiento ecológico depende en gran medida de la matriz ambiental circundante. En este sentido, el SA actúa como área de soporte ecológico y de conservación, mientras que el AP representa un espacio con función ecológica secundaria, cuyo mantenimiento y recuperación dependen de la implementación de medidas de manejo, mitigación y restauración que reduzcan los efectos del disturbio y favorezcan la integración del proyecto al paisaje natural.

Tabla 3. Abundancia relativa e índice de valor de importancia por especie para el estrato arbóreo en el AP y SA.

Especie	Sistema Ambiental			Área del Proyecto (CUSTF)			Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI		
Acacia cochliacantha	31.1	1.45%	5.64%	31.1	2.31%	9.91%	0.0	-4.27%
Acacia hindsii	6.7	0.31%	2.72%				6.7	2.72%
Amphipterygium adstringens	8.9	0.42%	3.93%	60.0	4.46%	9.94%	-51.1	-6.01%
Apoplanesia paniculata	26.7	1.25%	6.53%	122.2	9.09%	17.46%	-95.5	-10.93%
Bursera excelsa	8.9	0.42%	2.73%	31.1	2.31%	9.22%	-22.2	-6.49%
Bursera grandifolia	131.1	6.11%	31.05%	182.2	13.56%	35.06%	-51.1	-4.00%
Bursera simaruba	40.0	1.87%	5.18%	53.3	3.97%	9.26%	-13.3	-4.08%
Cenostigma eriostachys	102.3	4.77%	20.12%	44.4	3.30%	8.72%	57.9	11.40%
Cascabela ovata	26.6	1.24%	4.27%	4.4	0.33%	2.80%	22.2	1.47%
Casearia nitida	100.0	4.66%	6.98%				100.0	6.98%
Ceiba aesculifolia	42.2	1.97%	6.23%	17.8	1.32%	5.37%	24.4	0.87%
Chloroleucon mangense	28.9	1.35%	5.02%				28.9	5.02%
Cordia alliodora	35.5	1.66%	6.84%				35.5	6.84%
Cordia dentata	20.0	0.93%	5.30%	31.1	2.31%	14.13%	-11.1	-8.83%
Cordia elaeagnoides	31.1	1.45%	16.95%	37.8	2.81%	32.60%	-6.7	-15.65%
Cordia seleriana	55.5	2.59%	9.64%	71.1	5.29%	25.20%	-15.6	-15.56%
Coulteria platyloba	340.0	15.86%	23.18%	37.7	2.80%	6.81%	302.3	16.38%
Crataeva tapia	108.9	5.08%	11.06%	75.6	5.62%	13.38%	33.3	-2.32%
Ficus velutina	6.7	0.31%	2.10%	4.4	0.33%	2.86%	2.3	-0.76%
Forchhammeria pallida	111.1	5.18%	11.37%				111.1	11.37%
Guazuma ulmifolia	40.0	1.87%	6.57%	20.0	1.49%	8.89%	20.0	-2.32%
Haematoxylum brasiletto	53.3	2.49%	8.93%				53.3	8.93%
Heliocarpus terebinthinaceus	242.2	11.30%	26.06%	417.7	31.08%	53.68%	-175.5	-27.62%
Jacaratia mexicana	6.7	0.31%	2.70%				6.7	2.70%
Lonchocarpus constrictus	53.3	2.49%	11.31%				53.3	11.31%
Lonchocarpus eriocarinalis	28.9	1.35%	5.03%				28.9	5.03%
Lysiloma divaricatum	6.7	0.31%	3.34%	6.7	0.50%	3.96%	0.0	-0.62%
Margaritaria nobilis	4.4	0.21%	2.28%				4.4	2.28%
Pithecellobium dulce	4.4	0.21%	1.98%	28.9	2.15%	11.50%	-24.5	-9.52%
Recchia mexicana	26.6	1.24%	4.43%				26.6	4.43%
Roseodendron donnell-smithii	322.2	15.03%	17.60%				322.2	17.60%
Senna atomaria	6.7	0.31%	3.50%				6.7	3.50%
Spondia purpurea	37.8	1.76%	11.90%	28.9	2.15%	9.74%	8.9	2.15%

Especie	Sistema Ambiental			Área del Proyecto (CUSTF)			Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI		
Styrax ramirezii	48.9	2.28%	7.54%	37.7	2.80%	9.54%	11.2	-2.00%
Total	**2,144.3**	**100.00%**	**300.00%**	**1,344.1**	**100.00%**	**300.00%**	**800.2**	

Biodiversidad

El análisis comparativo de los índices de biodiversidad entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP) evidencia que la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo presenta una menor riqueza, diversidad y complejidad ecológica, en comparación con el entorno ambiental de referencia, lo cual constituye un elemento técnico clave para sustentar la procedencia de la autorización excepcional.

El Sistema Ambiental (SA) presenta una mayor riqueza de especies, con 34 especies registradas, en comparación con las 21 especies observadas en el Área del Proyecto (AP). Esta diferencia indica que el SA conserva una composición florística más amplia, reflejo de una mayor heterogeneidad ambiental y de condiciones ecológicas menos restringidas.

El Índice de Shannon-Wiener (H') refuerza este patrón, al mostrar un valor superior en el SA (H' = 2.923) respecto al AP (H' = 2.460). Este resultado sugiere que, además de albergar más especies, el SA mantiene una distribución de abundancias más compleja y diversificada, mientras que en el AP la diversidad efectiva es menor, probablemente asociada a procesos de perturbación o simplificación estructural.

En cuanto al Índice de Simpson (λ), el SA registra un valor de 0.921, ligeramente mayor al del AP (0.861), lo que indica una menor dominancia y mayor probabilidad de encontrar especies diferentes en el SA. Este resultado es consistente con una comunidad más equilibrada, en contraste con el AP, donde la dominancia de ciertas especies es más marcada.

El Índice de Berger-Parker confirma esta tendencia, ya que en el AP alcanza un valor considerablemente más alto (0.311) que en el SA (0.159). Esto evidencia que en el Área del Proyecto una sola especie o un número reducido de especies concentran una proporción importante de la abundancia total, mientras que en el SA la dominancia es menor y la comunidad está más repartida entre varias especies.

El análisis de la diversidad máxima teórica (H'max) muestra valores acordes con la riqueza observada, siendo mayor en el SA (3.526) que en el AP (3.045). Al relacionar estos valores con el Índice de equidad (J), se observa que ambos sitios presentan una distribución relativamente uniforme de las abundancias, aunque ligeramente superior en el SA (J = 0.829) respecto al AP (J = 0.808). Esto indica que, si bien en ambos casos las especies se distribuyen de forma relativamente homogénea, el SA mantiene una estructura comunitaria más balanceada.

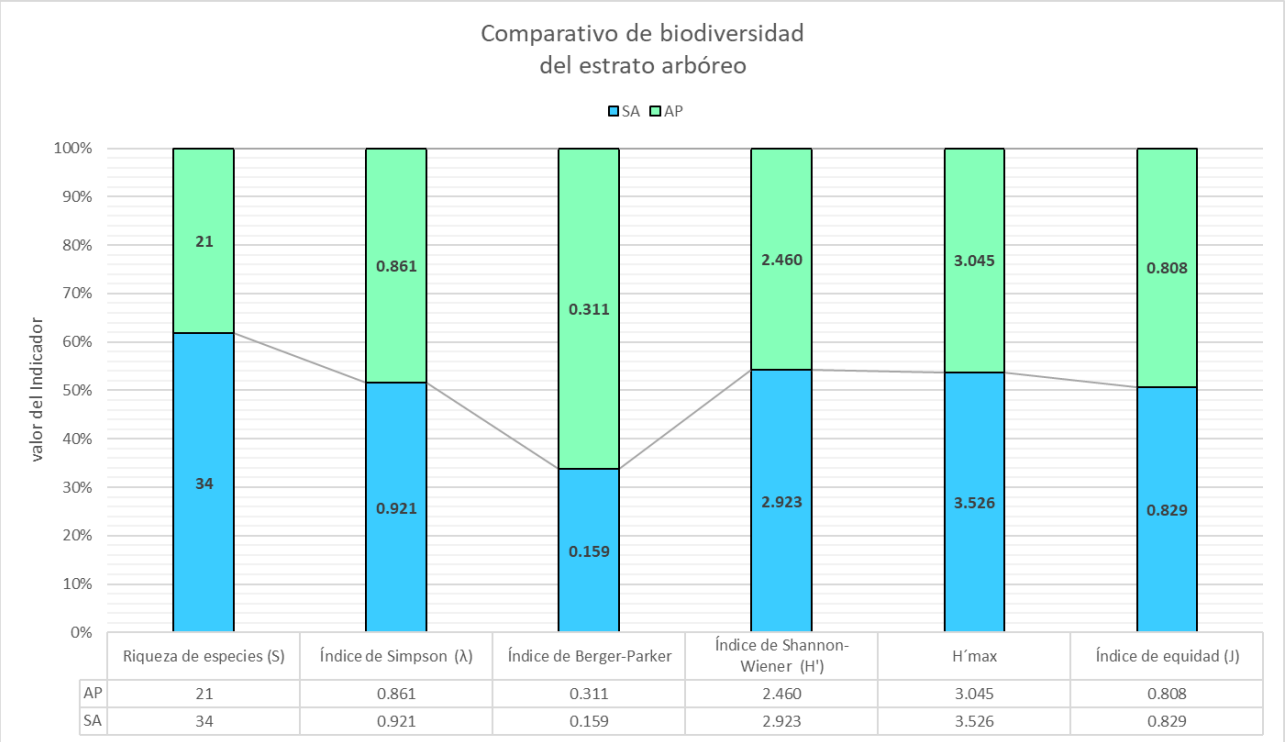


Figura 3. Comparativo de los indicadores de biodiversidad de flora del estrato árbóreo entre el SA y el AP (CUSTF).

Medidas de mitigación

Con el fin de mitigar el impacto que será generado por la remoción de la vegetación se rescataran las especies conforme al Programa de Rescate y Reubicación de Flora, en donde se incluyen a las especies menos representadas en el SA, conforme al IVI y la abundancia de las especies, en adición de las identificadas en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III, así como las especies de relevancia ecológica; siendo para el estrato arbóreo un total de **95 individuos** mediante trasplante y una cantidad de recolecta de material genético de **11 kg**.

Tabla 4. Cantidad de individuos de rescate por trasplante para las especies de flora del estrato arbóreo.

Especie	Total de planta de rescate en 0.9308 ha de CUSTF
Amphipterygium adstringens	8
Apoplanesia paniculata	16
Bursera grandifolia	10
Bursera simaruba	10
Cenostigma eriostachys	9
Cordia seleriana	10
Crataeva tapia	10
Heliocarpus terebinthinaceus	14
Styrax ramirezii	8
Total	**95**

Tabla 5. Cantidad de material genético de rescate para las especies de flora del estrato arbóreo.

Especie	Cantidad de rescate (kg)
Bursera excelsa	1.5
Ceiba aesculifolia	1
Cordia dentata	1.5

Especie	Cantidad de rescate (kg)
Cordia elaeagnoides	2
Coulteria platyloba	2
Ficus velutina	1.5
Lysiloma divaricatum	1.5
Total	**11.00**

De acuerdo con los puntos anteriores, los resultados indican que para el estrato arbóreo, el Área del Proyecto no constituye un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad, ya que presenta menor riqueza específica, menor diversidad efectiva y mayor dominancia, en comparación con el Sistema Ambiental que la rodea. Esta condición permite inferir que el Cambio de Uso de Suelo propuesto no compromete la integridad del ecosistema, funcionalidad ni conectividad ecológica del SA, siempre que se implementen las medidas de mitigación y compensación correspondientes.

Por lo anterior, y considerando que el Sistema Ambiental mantiene valores de biodiversidad superiores que garantizan la persistencia de los procesos ecológicos regionales, el proyecto cumple con los criterios técnicos y ecológicos para sustentar la AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, al tratarse de una superficie con baja relevancia ecológica relativa, sin afectar especies clave, comunidades singulares ni funciones ambientales estratégicas.

VI.1.1.3.2 Estrato arbustivo

Abundancia e Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el Sistema Ambiental (SA) la estructura de la comunidad vegetal se caracteriza por la dominancia de especies ampliamente distribuidas y asociadas a ambientes mejor conservados, destacando *Russelia sarmentosa* (31.33%), *Randia armata* (26.66%), *Celtis iguanaea* (5.33%), *Salpianthus arenarius* (5.33%) y *Senna obtusifolia* (5.33%). Estas especies conforman el núcleo ecológico dominante del sistema, reflejando una comunidad con alta abundancia total (1,666.7 ind/ha) y una estructura consolidada dentro del contexto regional.

En contraste, el Área del Proyecto (AP) presenta una reducción general en la abundancia total (1,522.2 ind/ha), así como un reordenamiento de la dominancia, donde pocas especies concentran una proporción significativa de la comunidad. En este sitio destacan *Randia armata* (24.82%), *Senna obtusifolia* (21.90%), *Russelia sarmentosa* (16.79%) y *Caesalpinia pulcherrima* (8.76%). Este patrón indica una estructura más simplificada, con mayor peso relativo de especies oportunistas y tolerantes al disturbio, características típicas de áreas con antecedentes de alteración.

La diferencia de abundancia (SA–AP) muestra que especies como *Russelia sarmentosa* (+266.6 ind/ha), *Randia armata* (+66.6 ind/ha), *Celtis iguanaea* (+88.9 ind/ha), *Croton suberosus* (+55.6 ind/ha) y *Salpianthus arenarius* (+22.2 ind/ha) están claramente mejor representadas en el SA, evidenciando que el área circundante mantiene una mayor capacidad de soporte poblacional y funcional. Por el contrario, especies como *Senna obtusifolia* (–244.4 ind/ha), *Triumfetta semitriloba* (–66.6 ind/ha) y *Caesalpinia pulcherrima* (–55.5 ind/ha) incrementan su abundancia en el AP, reforzando la idea de una comunidad dominada por especies de rápida respuesta al disturbio.

Desde el punto de vista del Índice de Valor de Importancia (IVI), el SA muestra una distribución más equilibrada del peso ecológico, con valores elevados en *Russelia sarmentosa* (78.93%), *Randia armata* (58.53%), *Hyperbaena ilicifolia* (31.49%) y *Celtis iguanaea* (18.85%), lo que indica una comunidad con mayor heterogeneidad estructural. En el AP, en cambio, el IVI se concentra en menos especies, destacando *Randia armata* (81.22%), *Senna obtusifolia* (45.04%), *Russelia sarmentosa* (37.85%) y *Caesalpinia pulcherrima* (30.83%), evidenciando una mayor dominancia ecológica local.

Las diferencias de IVI (SA–AP) confirman este patrón. Especies como *Russelia sarmentosa* (+41.08%), *Celtis iguanaea* (+18.85%), *Croton suberosus* (+11.62%) y *Salpianthus arenarius* (+4.64%) mantienen mayor relevancia ecológica en el SA, mientras que *Senna obtusifolia* (–33.73%), *Randia armata* (–22.69%) y *Caesalpinia pulcherrima* (–16.99%) concentran su importancia en el AP. Esto refleja un ajuste estructural hacia comunidades más simples y dominadas dentro del área del proyecto.

Tabla 6. Abundancia relativa e índice de valor de importancia por especie para el estrato arbustivo en el AP y SA.

Especie	Sistema Ambiental			Área del Proyecto			Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI		
Bonellia macrocarpa	44.4	2.66%	11.99%	22.2	1.46%	8.05%	22.2	3.94%
Caesalpinia pulcherrima	77.8	4.67%	13.83%	133.3	8.76%	30.83%	-55.5	-16.99%
Celtis iguanaea	88.9	5.33%	18.85%				88.9	18.85%
Croton suberosus	55.6	3.34%	11.62%				55.6	11.62%
Guettarda elliptica	44.4	2.66%	17.16%	22.2	1.46%	19.01%	22.2	-1.85%
Hyperbaena ilicifolia	77.8	4.67%	31.49%	111.1	7.30%	26.70%	-33.3	4.78%
Randia armata	444.4	26.66%	58.53%	377.8	24.82%	81.22%	66.6	-22.69%
Rhipidocladum racemiflorum	77.8	4.67%	14.49%	77.8	5.11%	13.27%	0.0	1.22%
Russelia sarmentosa	522.2	31.33%	78.93%	255.6	16.79%	37.85%	266.6	41.08%
Salpianthus arenarius	88.9	5.33%	17.47%	66.7	4.38%	12.83%	22.2	4.64%
Senna obtusifolia	88.9	5.33%	11.32%	333.3	21.90%	45.04%	-244.4	-33.73%
Triumfetta semitriloba	55.6	3.34%	14.34%	122.2	8.03%	25.20%	-66.6	-10.86%
Total	**1,666.7**	**100.00%**	**300.00%**	**1,522.2**	**100.00%**	**300.00%**	**144.5**	

Biodiversidad

El análisis de los índices de biodiversidad entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP) en el estrato arbustivo muestra que ambas áreas presentan valores de diversidad bajos a moderados, con diferencias poco marcadas, lo que permite identificar que el área sujeta a cambio de uso de suelo no representa un componente crítico para la conservación de la biodiversidad regional.

La riqueza de especies (S) registrada en el AP es de 10 especies, ligeramente inferior a las 12 especies del SA. Esta diferencia marginal indica que el Área del Proyecto alberga una composición florística similar en términos cualitativos, pero con menor representatividad ecológica, sin que se identifiquen especies exclusivas de alta relevancia para la estructura del sistema ambiental.

El Índice de Shannon-Wiener (H') presenta valores muy cercanos entre ambos sitios (SA = 2.034; AP = 1.997), lo que refleja una diversidad efectiva comparable, característica de comunidades vegetales con estructura simple y dominancia moderada, típicas de ambientes secundarios o con antecedentes de disturbio. Esta similitud indica que el cambio de uso de suelo no implicará la pérdida de una comunidad significativamente más diversa que la del entorno circundante.

El Índice de Simpson (λ) muestra un valor ligeramente mayor en el AP (0.838) que en el SA (0.812), lo que sugiere una menor dominancia de especies en el Área del Proyecto y una distribución relativamente homogénea de las abundancias. Este comportamiento se confirma con el Índice de Berger-Parker, cuyo valor es menor en el AP (0.248) que en el SA (0.313), indicando que en el Sistema Ambiental existe una mayor concentración de abundancia en una sola especie dominante, mientras que el AP presenta una estructura más uniforme pero empobrecida en riqueza.

El análisis de la diversidad máxima teórica (H'max) también evidencia un menor potencial ecológico intrínseco en el AP (2.303) frente al SA (2.485), coherente con la menor riqueza observada. No obstante, el Índice de equidad (J) es ligeramente superior en el AP (0.867) respecto al SA (0.819), lo que indica que, aunque el AP alberga menos especies, estas se distribuyen de forma relativamente homogénea, sin constituir una comunidad compleja ni estructuralmente madura.

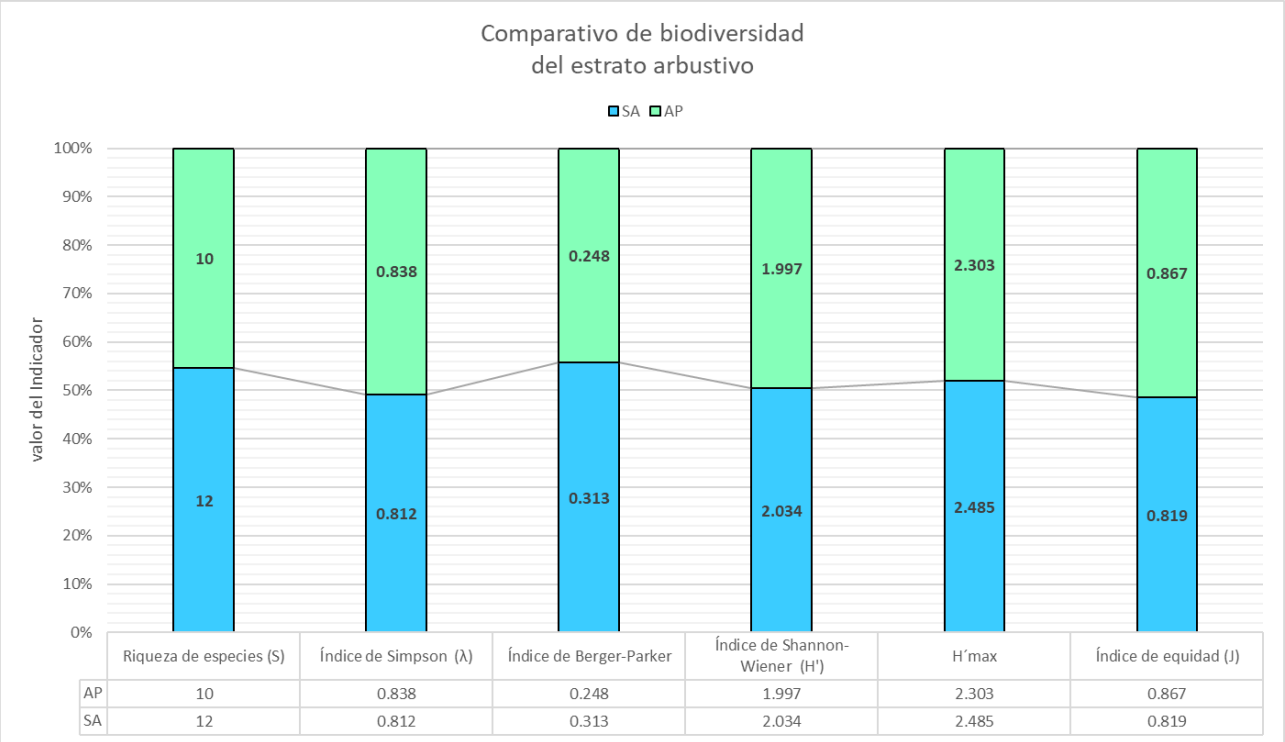


Figura 4. Comparativo de los indicadores de biodiversidad de flora del estrato arbustivo entre el SA y el AP (CUSTF).

Medidas de mitigación

Con el fin de mitigar el impacto que será generado por la remoción de la vegetación se rescataran las especies conforme al Programa de Rescate y Reubicación de Flora, en donde se incluyen a las especies menos representadas en el SA, conforme al IVI y la abundancia de las especies, en adición de las identificadas en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III, así como las especies de relevancia ecológica; siendo para el estrato arbustivo un total de **80 individuos** mediante trasplante.

Tabla 7. Cantidad de individuos de rescate por trasplante para las especies de flora del estrato arbustivo.

Especie	Total de planta de rescate en 0.9308 ha de CUSTF
Caesalpinia pulcherrima	29
Guettarda elliptica	9
Randia armata	26
Triumfetta semitriloba	16
Total	**80**

En conjunto, los índices de diversidad indican que el Área del Proyecto presenta una comunidad vegetal simple, de baja riqueza y sin dominancia ecológica relevante, comparable e incluso menos compleja que la del Sistema Ambiental circundante. Esta condición demuestra que el AP no constituye un sitio prioritario para la conservación, ni aporta de manera significativa a la diversidad, funcionalidad o estabilidad ecológica del sistema regional. Asimismo, el Sistema Ambiental mantiene valores de diversidad ligeramente superiores, lo que garantiza la persistencia de los procesos ecológicos y la continuidad funcional del paisaje, aun considerando la ejecución del proyecto.

Por lo anterior, se concluye que el Cambio de Uso de Suelo propuesto no compromete la integridad ecológica del Sistema Ambiental, ni genera una pérdida significativa de biodiversidad, cumpliendo con los criterios técnicos que motivan y sustentan la AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, condicionada a la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación establecidas.

VI.1.1.3.3 Estrato otras formas de vida

Abundancia e Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el Sistema Ambiental (SA), la comunidad vegetal de otras formas de vida se caracteriza por una alta abundancia total (1,099.9 ind/ha) y por la dominancia de especies de amplia distribución y comportamiento oportunista. Destacan *Combretum fruticosum* (44.45%), *Serjania mexicana* (20.20%) y *Aristolochia taliscana* (11.11%), las cuales conforman el núcleo estructural del conjunto. Otras especies como *Celastrus pringlei*, *Antigonon flavescens* y *Pachycereus pecten-aboriginum* presentan participaciones menores pero constantes, reforzando una estructura típica de vegetación secundaria con predominio de lianas y cactáceas generalistas.

En contraste, el Área del Proyecto (AP) muestra una reducción significativa de la abundancia total (588.9 ind/ha), así como una reorganización marcada de la dominancia, concentrándose el peso ecológico en un número reducido de especies. En este sitio destacan *Celastrus pringlei* (33.96%), *Serjania mexicana* (28.31%) y *Antigonon flavescens* (18.87%), mientras que varias especies presentes en el SA se encuentran ausentes o con representaciones marginales. Este patrón refleja una estructura más simple y empobrecida, típica de áreas con antecedentes de disturbio o con menor capacidad de soporte ecológico.

La diferencia de abundancia (SA–AP) evidencia que especies como *Combretum fruticosum* (+488.9 ind/ha), *Serjania mexicana* (+55.5 ind/ha), *Aristolochia taliscana* (+44.4 ind/ha), *Acanthocereus tetragonus* (+33.3 ind/ha) y *Opuntia decumbens* (+33.3 ind/ha) se encuentran claramente mejor representadas en el Sistema Ambiental, lo que confirma que el entorno circundante mantiene poblaciones más robustas y funcionalmente estables. En contraste, *Celastrus pringlei* (–122.2 ind/ha) y *Antigonon flavescens* (–55.5 ind/ha) incrementan su abundancia relativa en el AP, reforzando la presencia de especies trepadoras de rápida colonización, asociadas comúnmente a ambientes perturbados.

Desde la perspectiva del Índice de Valor de Importancia (IVI), el SA presenta una distribución más equilibrada del peso ecológico, con valores elevados en *Combretum fruticosum* (128.15%), *Serjania mexicana* (44.76%), *Aristolochia taliscana* (40.01%) y *Celastrus pringlei* (29.56%). Esta configuración indica una comunidad con mayor heterogeneidad estructural, donde varias especies comparten la dominancia ecológica. En el AP, por el contrario, el IVI se concentra de forma más acentuada en *Celastrus pringlei* (127.18%), *Serjania mexicana* (62.88%) y *Aristolochia taliscana* (51.20%), evidenciando una mayor dominancia local y simplificación comunitaria.

Las diferencias de IVI (SA–AP) confirman esta tendencia. Especies como *Combretum fruticosum* (+128.15%), *Acanthocereus tetragonus* (+9.16%), *Opuntia decumbens* (+6.86%) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (+4.98%) mantienen mayor relevancia ecológica en el SA, mientras que *Celastrus pringlei* (–97.62%), *Antigonon flavescens* (–22.64%) y *Serjania mexicana* (–18.12%) concentran su importancia en el AP, reflejando un ajuste hacia comunidades dominadas por pocas especies tolerantes al disturbio.

Tabla 8. Abundancia relativa e índice de valor de importancia por especie para el estrato otras formas de vida en el AP y SA.

Especie	Sistema Ambiental			Área del Proyecto			Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI		
Acanthocereus tetragonus	33.3	3.03%	9.16%				33.3	9.16%
Antigonon flavescens	55.6	5.06%	18.08%	111.1	18.87%	40.72%	-55.5	-22.64%
Aristolochia taliscana	122.2	11.11%	40.01%	77.8	13.21%	51.20%	44.4	-11.19%
Celastrus pringlei	77.8	7.07%	29.56%	200.0	33.96%	127.18%	-122.2	-97.62%
Combretum fruticosum	488.9	44.45%	128.15%				488.9	128.15%
Cryptostegia grandiflora	33.3	3.03%	9.89%	22.2	3.77%	9.48%	11.1	0.41%
Opuntia decumbens	33.3	3.03%	6.86%				33.3	6.86%
Pachycereus pecten-aboriginum	33.3	3.03%	13.52%	11.1	1.88%	8.54%	22.2	4.98%
Serjania mexicana	222.2	20.20%	44.76%	166.7	28.31%	62.88%	55.5	-18.12%
Total	**1,099.9**	**100.00%**	**300.00%**	**588.9**	**100.00%**	**300.00%**	**511.0**	

Biodiversidad

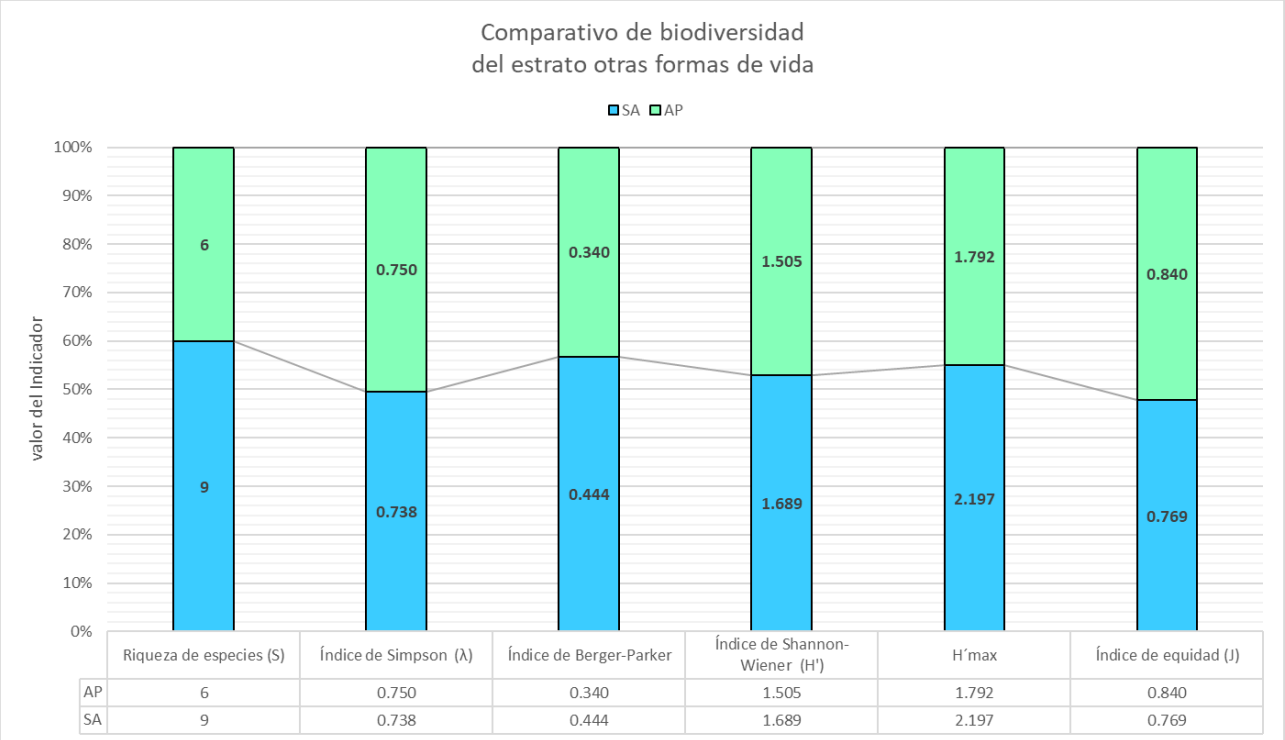
El análisis de los índices de biodiversidad entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP) evidencia que la superficie propuesta para el Cambio de Uso de Suelo presenta una menor riqueza, diversidad y complejidad ecológica, sin representar un componente crítico para la conservación de la biodiversidad regional.

La riqueza de especies (S) registrada en el AP es de 6 especies, inferior a las 9 especies identificadas en el SA. Esta diferencia confirma que el Área del Proyecto alberga una comunidad más empobrecida en términos florísticos, sin especies adicionales o exclusivas que incrementen su valor ecológico relativo frente al entorno ambiental de referencia.

El Índice de Shannon–Wiener (H') refuerza este patrón, con un valor menor en el AP (1.505) respecto al SA (1.689), lo que indica una diversidad efectiva reducida y una comunidad estructuralmente más simple. De igual manera, el valor de H'max es inferior en el AP (1.792) en comparación con el SA (2.197), reflejando un menor potencial ecológico intrínseco, aun bajo escenarios de conservación total.

El Índice de Simpson (λ) muestra valores similares entre ambos sitios (SA = 0.738; AP = 0.750), lo que sugiere que la dominancia de especies es comparable; sin embargo, el Índice de Berger–Parker es notablemente menor en el AP (0.340) que en el SA (0.444), indicando que en el Área del Proyecto no existe una especie dominante con peso ecológico significativo, característica común en comunidades secundarias de bajo valor estructural.

El Índice de equidad (J) es ligeramente mayor en el AP (0.840) respecto al SA (0.769), lo que señala que, si bien el AP presenta menos especies, estas se distribuyen de manera relativamente homogénea. No obstante, esta mayor equidad no se traduce en mayor valor ecológico, sino que refleja una comunidad simple, con pocas especies y sin jerarquías funcionales complejas, típica de áreas con antecedentes de disturbio.



	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
AP	6	0.750	0.340	1.505	1.792	0.840
SA	9	0.738	0.444	1.689	2.197	0.769

Figura 5. Comparativo de los indicadores de biodiversidad de flora del estrato otras formas de vida entre el SA y el AP (CUSTF).

Medidas de mitigación

Con el fin de mitigar el impacto que será generado por la remoción de la vegetación se rescataran las especies conforme al Programa de Rescate y Reubicación de Flora, en donde se incluyen a las especies menos representadas en el SA, conforme al IVI y la abundancia de las especies, en adición de las identificadas en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III, así como las especies de relevancia ecológica; siendo para el estrato otras formas de vida un total de **2.5 kg** mediante recolecta de material genético.

Tabla 9. Cantidad de material genético de rescate para las especies de flora del estrato otras formas de vida.

Especie	Total de planta de rescate en 0.9308 ha
Pachycereus pecten-aboriginum	2.5
Total	**2.5**

En conjunto, los índices de diversidad demuestran que el Área del Proyecto presenta un estrato otras formas de vida de baja riqueza, diversidad moderada a baja y escasa complejidad estructural, sin elementos florísticos singulares ni dominancias ecológicas relevantes. Estas características indican que el AP no constituye un sitio prioritario para la conservación, ni aporta de manera significativa a la funcionalidad o estabilidad del Sistema Ambiental regional. Por el contrario, el Sistema Ambiental conserva valores de diversidad y potencial ecológico superiores, lo que garantiza la persistencia de los procesos ecológicos y la conectividad funcional del paisaje, aun considerando la ejecución del proyecto.

Con base en estos resultados, se concluye que el Cambio de Uso de Suelo propuesto no compromete de manera significativa la integridad ecológica del Sistema Ambiental, ni genera una pérdida relevante de biodiversidad, por lo que se cumplen los criterios técnicos y ecológicos que MOTIVAN Y SUSTENTAN la AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, condicionada a la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación establecidas.

VI.1.1.3.4 Estrato herbáceo

Abundancia e Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el Sistema Ambiental (SA), el estrato herbáceo presenta una alta abundancia total (33,333.4 ind/ha) y una estructura dominada por especies ampliamente distribuidas y asociadas a ambientes secundarios. Destacan *Elytraria imbricata* (38.67%), *Carlowrightia arizonica* (10.00%), *Commelina diffusa* (10.00%), *Panicum maximum* (8.00%) y *Sida glabra* (6.67%), las cuales conforman el núcleo ecológico dominante. Estas especies reflejan una comunidad herbácea densa, pero típica de sitios abiertos o con historial de disturbio, sin presencia de taxa raros o de alto valor de conservación.

En contraste, el Área del Proyecto (AP) muestra una ligera reducción de la abundancia total (30,888.9 ind/ha) y una reorganización marcada de la dominancia, concentrándose el peso ecológico principalmente en *Elytraria imbricata* (61.15%), seguida de *Commelina diffusa* (12.23%) y *Panicum maximum* (9.35%). Este patrón evidencia una estructura más simplificada, con fuerte dominancia de una sola especie y menor participación del resto del

conjunto florístico, característica común de áreas con mayor presión antrópica o en estadios sucesionales tempranos.

La diferencia de abundancia (SA–AP) indica que especies como *Carlowrightia arizonica* (+1,333.3 ind/ha), *Dicliptera resupinata* (+1,777.8 ind/ha), *Oplismenus compositus* (+1,777.8 ind/ha), *Petiveria alliacea* (+1,555.6 ind/ha), *Sida glabra* (+1,777.8 ind/ha) y *Sicyos barbatus* (+888.9 ind/ha) están claramente mejor representadas en el SA, lo que confirma que el entorno circundante mantiene una mayor diversidad estructural y capacidad de soporte poblacional. Por el contrario, *Elytraria imbricata* (–6,000.0 ind/ha), *Commelina diffusa* (–444.5 ind/ha) y *Panicum maximum* (–222.2 ind/ha) incrementan su dominancia en el AP, reforzando la presencia de especies herbáceas altamente competitivas y tolerantes al disturbio.

Desde la perspectiva del Índice de Valor de Importancia (IVI), el SA presenta una distribución más equilibrada del peso ecológico, con valores elevados en *Elytraria imbricata* (108.87%), *Carlowrightia arizonica* (34.00%), *Panicum maximum* (25.99%), *Commelina diffusa* (25.42%) y *Sida glabra* (22.51%). En el AP, el IVI se concentra de manera mucho más acentuada en *Elytraria imbricata* (172.23%), seguida por *Commelina diffusa* (39.91%) y *Panicum maximum* (30.18%), evidenciando una mayor dominancia ecológica local y menor heterogeneidad comunitaria.

Las diferencias de IVI (SA–AP) confirman esta tendencia. Especies como *Carlowrightia arizonica* (+11.11%), *Dicliptera resupinata* (+18.61%), *Oplismenus compositus* (+12.62%), *Petiveria alliacea* (+16.67%), *Sida glabra* (+16.59%) y *Sicyos barbatus* (+8.65%) mantienen mayor relevancia ecológica en el SA, mientras que *Elytraria imbricata* (–63.36%), *Commelina diffusa* (–14.49%) y *Panicum maximum* (–4.19%) concentran su importancia en el AP, reflejando un ajuste estructural hacia comunidades más simples y dominadas por pocas especies generalistas.

Tabla 10. Abundancia relativa e índice de valor de importancia por especie para el estrato herbáceo en el AP y SA.

Especie	Sistema Ambiental			Área del Proyecto			Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI	Abundancia (Ind/ha)	Abundancia Relativa (AbR)	IVI		
Carlowrightia arizonica	3,333.3	10.00%	34.00%	2,000.0	6.47%	22.89%	1,333.3	11.11%
Commelina diffusa	3,333.3	10.00%	25.42%	3,777.8	12.23%	39.91%	-444.5	-14.49%
Dicliptera resupinata	1,777.8	5.33%	18.61%				1,777.8	18.61%
Elytraria imbricata	12,888.9	38.67%	108.87%	18,888.9	61.15%	172.23%	-6,000.0	-63.36%
Oplismenus compositus	1,777.8	5.33%	12.62%				1,777.8	12.62%
Panicum maximum	2,666.7	8.00%	25.99%	2,888.9	9.35%	30.18%	-222.2	-4.19%
Petiveria alliacea	1,555.6	4.67%	16.67%				1,555.6	16.67%
porophyllum ruderale	2,000.0	6.00%	18.00%	2,000.0	6.47%	20.22%	0.0	-2.21%
Sicyos barbatus	1,777.8	5.33%	17.31%	888.9	2.88%	8.66%	888.9	8.65%
Sida glabra	2,222.2	6.67%	22.51%	444.4	1.44%	5.92%	1,777.8	16.59%
Total	**33,333.4**	**100.00%**	**300.00%**	**30,888.9**	**100.00%**	**300.00%**	**2,444.5**	

Biodiversidad

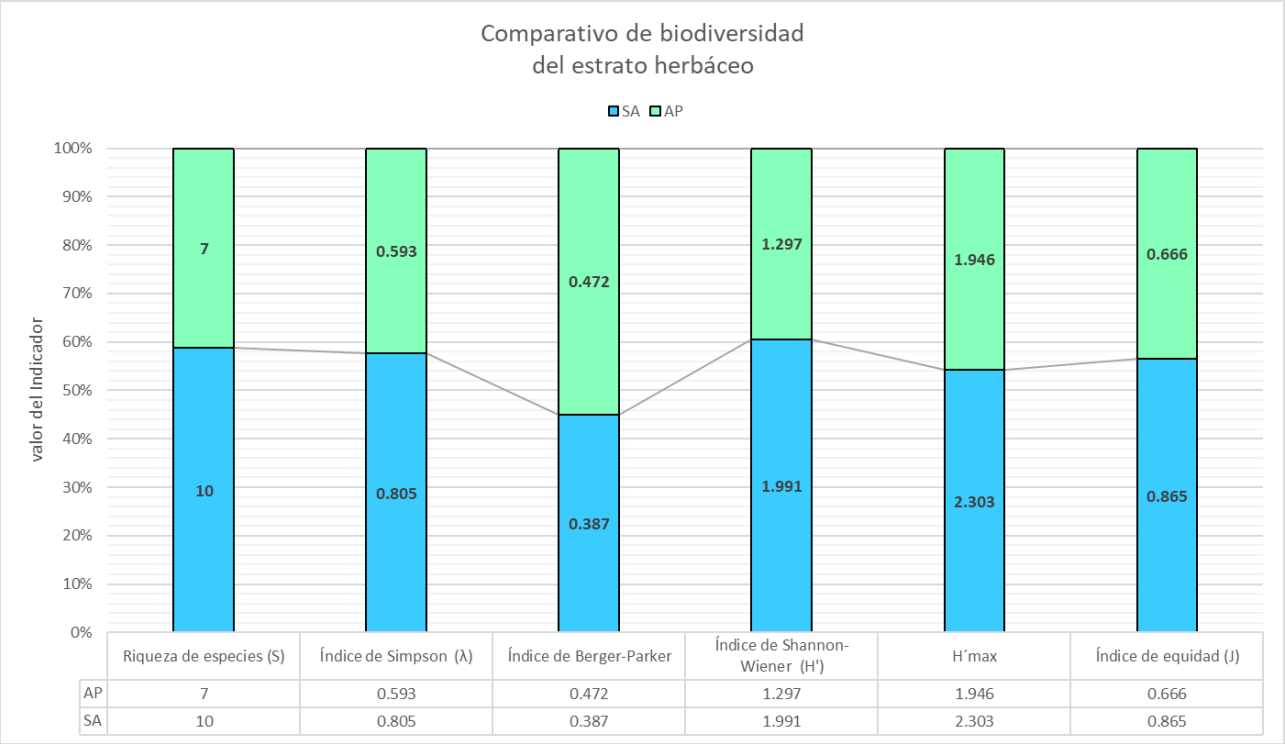
El análisis de los índices de diversidad biológica entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP) evidencia diferencias claras que permiten identificar al área sujeta a cambio de uso de suelo como una superficie de menor valor ecológico relativo, sin comprometer la integridad del sistema ambiental regional.

La riqueza de especies (S) registrada en el AP es de 7 especies, inferior a las 10 especies identificadas en el SA, lo que refleja una reducción del 30% en la riqueza específica dentro del área del proyecto. Esta disminución indica que el AP alberga una comunidad florística más limitada, sin especies adicionales que incrementen su relevancia ecológica frente al entorno ambiental de referencia.

El Índice de Shannon–Wiener (H') muestra una diferencia marcada entre ambos sitios, con un valor de 1.991 en el SA frente a 1.297 en el AP, lo que confirma que el Área del Proyecto presenta una diversidad significativamente menor y una estructura comunitaria más simple. De manera consistente, el valor de H'max también es menor en el AP (1.946) respecto al SA (2.303), evidenciando un potencial ecológico intrínseco reducido.

El Índice de Simpson (λ) refuerza este patrón, ya que el AP presenta un valor considerablemente menor (0.593) en comparación con el SA (0.805), lo que indica una mayor dominancia de pocas especies dentro del Área del Proyecto. Esta condición se confirma con el Índice de Berger–Parker, cuyo valor es más alto en el AP (0.472) que en el SA (0.387), evidenciando que una sola especie concentra una proporción importante de la abundancia total en el sitio del proyecto.

Asimismo, el Índice de equidad (J) muestra una disminución relevante en el AP (0.666) frente al SA (0.865), lo que indica que, además de contar con menos especies, la comunidad del Área del Proyecto presenta una distribución menos homogénea de las abundancias, reforzando su carácter de comunidad simplificada y dominada, típica de áreas con antecedentes de disturbio o presión antrópica.



	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
AP	7	0.593	0.472	1.297	1.946	0.666
SA	10	0.805	0.387	1.991	2.303	0.865

Figura 6. Comparativo de los indicadores de biodiversidad de flora del estrato herbáceo entre el SA y el AP (CUSTF).

Medidas de mitigación

En la vegetación de selva baja caducifolia (SBC) no se incluyen las especies del estrato herbáceo, ya que presentan alta capacidad de regeneración natural mediante semillas o rebrote, además de ciclos de vida cortos y poblaciones dinámicas que se reestablecen fácilmente tras disturbios. Por ello, se prioriza el rescate de especies leñosas, suculentas o con valor de conservación, mientras que las herbáceas se desarrollaran mediante regeneración natural en sitio.

VI.1.1.4 Resultados y conclusiones

Aun cuando el análisis técnico realizado demuestra que la ejecución del proyecto no compromete la biodiversidad ni la funcionalidad ecológica del Sistema Ambiental, se contempla la aplicación de medidas preventivas y de manejo orientadas a garantizar la permanencia de las especies de flora que pudieran resultar afectadas por el desarrollo del proyecto.

En este sentido, previo a las actividades de desmonte, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el cual incluirá principalmente especies de porte arbóreo en etapas de regeneración, así como especies correspondientes al grupo de “otras formas de vida”. Los ejemplares rescatados serán reubicados en el predio de compensación adicional, en sitios con condiciones ambientales similares, asegurando su establecimiento y continuidad biológica.

Con base en los resultados del inventario, análisis estructural e índices de biodiversidad, se puede afirmar lo siguiente:

- La vegetación de Selva Baja Caducifolia presente en el Área del Proyecto muestra un mejor estado de conservación dentro del Sistema Ambiental (SA), al presentar mayor biodiversidad, mayor riqueza específica y una distribución más homogénea de las especies, lo que confirma que el SA conserva una estructura ecológica más compleja y representativa.
- El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) indica que, si bien el estrato arbóreo del Área del Proyecto presenta una riqueza de especies comparable, los valores de frecuencia, dominancia y densidad relativa se encuentran más concentrados, reflejando una estructura más agrupada y simplificada. En contraste, en el SA estos indicadores se distribuyen de manera más homogénea, lo que es característico de comunidades con mejor estado de conservación.
- En ambas áreas de estudio se identifican grupos dominantes; no obstante, dicha dominancia es más elevada en el sitio del proyecto y moderada en el Sistema Ambiental, lo que permite afirmar que la flora presenta una mejor distribución espacial y estructural en el SA, reduciendo la dependencia ecológica de pocas especies.
- Es importante destacar que, dentro de la riqueza de especies registrada en el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo, no se identificaron especies únicas o exclusivas en el estrato arbóreo, ni elementos florísticos de alta sensibilidad ecológica. Asimismo, el área del proyecto no se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas ni en zonas catalogadas como de importancia ecológica prioritaria, lo que disminuye su valor de conservación relativo.
- Adicionalmente, la distribución del IVI y de la abundancia relativa por especie estimada para el SA podría presentar variaciones al incrementarse el número de unidades de muestreo; sin embargo, dicha ampliación del esfuerzo de muestreo incrementaría la riqueza y los valores de biodiversidad del SA, dado que el porcentaje de muestreo actual es bajo en relación con su superficie total. Esta condición refuerza la evidencia de que el Sistema Ambiental posee una mayor biodiversidad, mejor distribución de especies y un estado de conservación superior al del Área del Proyecto.

En conjunto, los resultados obtenidos confirman que el **Área del Proyecto presenta menor complejidad estructural, menor biodiversidad relativa y mayor concentración de dominancia**, en comparación con el Sistema Ambiental que la rodea. La aplicación del **Programa de Rescate y Reubicación**, aunada a la inexistencia de especies únicas, áreas protegidas o elementos ecológicos estratégicos, garantiza que el **Cambio de Uso de Suelo propuesto no compromete la integridad, funcionalidad ni resiliencia del Sistema Ambiental**.

Por lo anterior, se concluye que el proyecto **cumple con los criterios técnicos y ecológicos que motivan y sustentan la AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**, condicionada a la correcta implementación de las medidas de mitigación, restauración y compensación establecidas en el presente instrumento ambiental.

VI.1.2 BIODIVERSIDAD DE LA FAUNA

Para determinar que la ejecución del proyecto **no comprometerá la biodiversidad faunística ni la funcionalidad ecológica del área**, se consideró la información derivada del **inventario de fauna** realizado en el Sistema Ambiental y en el Área del Proyecto, descrita en el Capítulo IV. El análisis de la biodiversidad faunística se efectuó con base en la agrupación de las especies registradas por **clases taxonómicas** (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y su asociación con el tipo de vegetación presente, considerando los patrones de abundancia, riqueza y equidad. Cabe destacar que el Área del Proyecto se encuentra conformada exclusivamente por **vegetación de**

Selva Baja Caducifolia, la cual es ampliamente representativa del entorno regional y constituye un hábitat común dentro del Sistema Ambiental, sin registrar especies faunísticas de distribución restringida o con alta vulnerabilidad ecológica asociadas de manera exclusiva al sitio.

Con base en lo anterior, se realizó el análisis de la biodiversidad faunística para el tipo de vegetación identificado dentro del polígono del proyecto, específicamente en las áreas sujetas a **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, con el objetivo de evaluar la composición, representatividad y uso de hábitat por parte de la fauna silvestre. Los resultados obtenidos indican que la afectación se limita a una **superficie reducida**, sin generar una pérdida significativa de biodiversidad faunística ni una alteración sustancial de los procesos ecológicos a escala del Sistema Ambiental. En este contexto, y considerando la implementación de las **medidas de mitigación, ahuyentamiento, rescate, reubicación** propuestas, se concluye que el proyecto **no compromete la conservación de la fauna silvestre y es ambientalmente viable y susceptible de autorización**.

VI.1.2.1 Análisis de la biodiversidad de fauna en el Área del Proyecto (AP)

El análisis de los índices de biodiversidad faunística correspondientes al Área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) indica que las comunidades de aves, mamíferos y reptiles presentan una estructura funcional estable, caracterizada por diversidad moderada, alta equidad y baja a moderada dominancia, lo cual demuestra que el sitio no constituye un área crítica para la conservación de la fauna silvestre.

La avifauna registrada en el área de CUSTF presenta una riqueza de 29 especies, acompañada de un Índice de Shannon-Wiener elevado (H’ = 3.198) y cercano a su valor máximo teórico (H’max = 3.367). El Índice de equidad (J = 0.950) refleja una distribución altamente homogénea de las abundancias, mientras que los valores del Índice de Simpson (λ = 0.953) y del Índice de Berger-Parker (0.089) confirman una dominancia muy baja.

Para los mamíferos se registró una riqueza de 6 especies, con un Índice de Shannon-Wiener (H’ = 1.691) cercano a su diversidad máxima (H’max = 1.792) y una equidad elevada (J = 0.944). Aunque el Índice de Berger-Parker (0.320) sugiere una dominancia moderada, esta condición es típica de ambientes secundarios y fragmentados, donde las especies presentes poseen alta capacidad de desplazamiento y uso de hábitats alternos.

El grupo de los reptiles del área de CUSTF presenta una riqueza de 10 especies, con un Índice de Shannon-Wiener (H’ = 2.209) muy cercano a su valor máximo (H’max = 2.303) y una equidad alta (J = 0.959), lo que indica una distribución homogénea de las abundancias. Los valores del Índice de Simpson (λ = 0.881) y del Índice de Berger-Parker (0.179) confirman la ausencia de una especie dominante crítica, reflejando una comunidad equilibrada y resiliente ante disturbios localizados.

Tabla 11. Riqueza y biodiversidad de fauna en el Área del Proyecto.

Clase	Biodiversidad					
	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
Aves	29	0.953	0.089	3.198	3.367	0.950
Mamíferos	6	0.797	0.320	1.691	1.792	0.944
Reptiles	10	0.881	0.179	2.209	2.303	0.959

El Área del Proyecto (AP) presenta una biodiversidad faunística moderada y funcional, con valores altos de diversidad y equidad en aves, mamíferos y reptiles, aunque inferiores a los registrados en el Sistema Ambiental, lo cual es congruente con el mayor grado de intervención del sitio. Los índices de Simpson y Shannon-Wiener indican comunidades relativamente bien estructuradas, mientras que los valores de Berger-Parker y equidad confirman la ausencia de dominancia extrema y una distribución homogénea de las abundancias. En conjunto, estos resultados muestran que el AP mantiene una estructura ecológica estable, por lo que la ejecución del proyecto, con la aplicación de medidas de manejo ambiental, no comprometerá de manera significativa la biodiversidad ni la funcionalidad ecológica local.

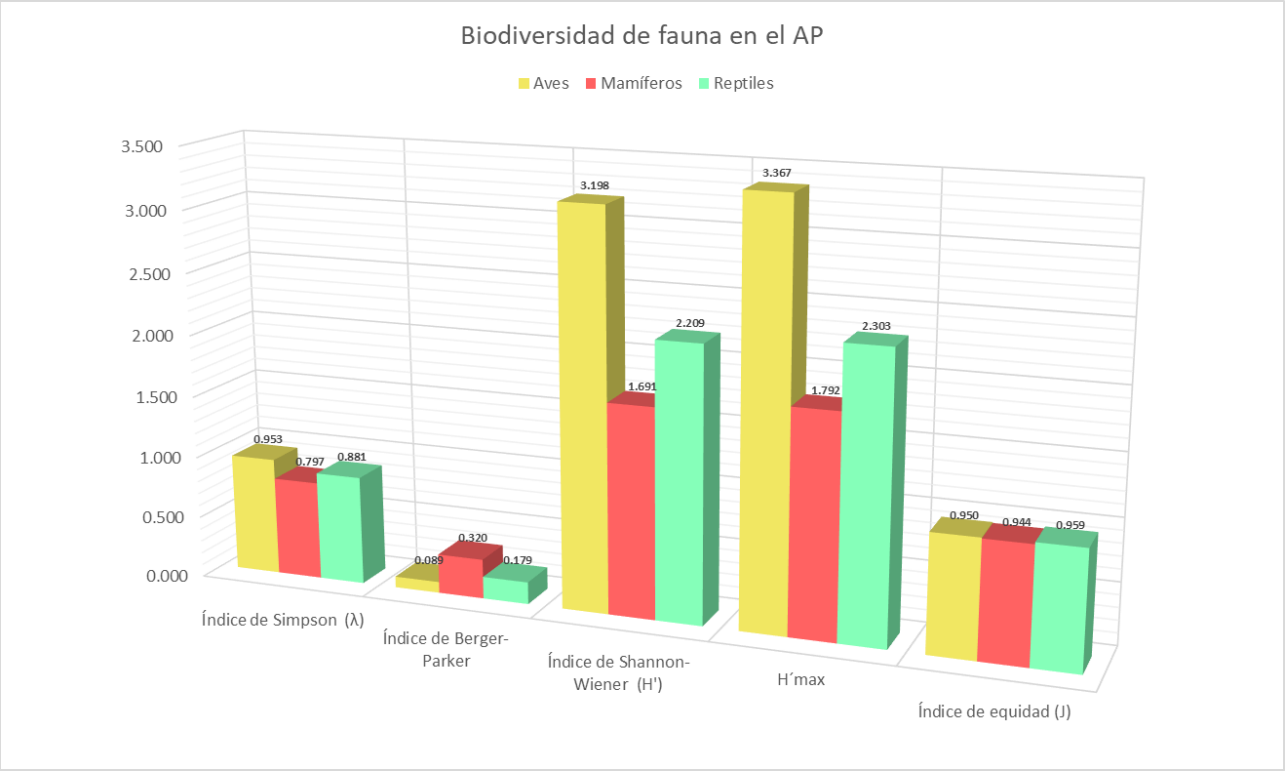


Figura 7. Gráfico de los Índices de biodiversidad de flora por estrato en el AP.

VI.1.2.2 Análisis de la biodiversidad de fauna en el Sistema Ambiental (SA)

El análisis de la biodiversidad por clase faunística (aves, mamíferos y reptiles) evidencia que la diversidad y estructura de las comunidades se mantiene elevada a nivel del Sistema Ambiental, lo que permite asegurar que la ejecución del proyecto no compromete la integridad ecológica ni la funcionalidad faunística regional, siempre que se apliquen las medidas de manejo correspondientes.

La comunidad de aves presenta la mayor riqueza específica, con 48 especies registradas, lo que se refleja en un Índice de Shannon-Wiener alto (H’ = 3.672) y cercano a su valor máximo teórico (H’max = 3.871). El Índice de equidad (J = 0.949) indica una distribución altamente homogénea de las abundancias, mientras que el Índice de Simpson (λ = 0.967) y el Índice de Berger-Parker (0.104) confirman una baja dominancia, sin dependencia ecológica de una sola especie.

En el caso de los mamíferos, se registró una riqueza de 13 especies, con un Índice de Shannon-Wiener (H' = 2.515) prácticamente equivalente a su H'max (2.565). El valor del Índice de equidad (J = 0.980) es particularmente alto, lo que demuestra una distribución muy uniforme de las abundancias, mientras que los valores de Simpson (λ = 0.916) y Berger-Parker (0.130) indican dominancia baja a moderada.

El grupo de los reptiles registra 17 especies, con un Índice de Shannon-Wiener (H' = 2.646) y una equidad elevada (J = 0.934), lo que indica una distribución relativamente homogénea. Aunque el Índice de Berger-Parker (0.196) es ligeramente mayor que en aves y mamíferos, los valores de Simpson (λ = 0.913) confirman que la comunidad no se encuentra dominada por una sola especie. Este comportamiento es típico de comunidades de reptiles asociadas a ambientes secundarios y mosaicos de hábitat, con alta resiliencia ante disturbios localizados.

Tabla 12. Riqueza y biodiversidad de fauna en el Sistema Ambiental.

Clase	Biodiversidad					
	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
Aves	48	0.967	0.104	3.672	3.871	0.949
Mamíferos	13	0.916	0.130	2.515	2.565	0.980
Reptiles	17	0.913	0.196	2.646	2.833	0.934

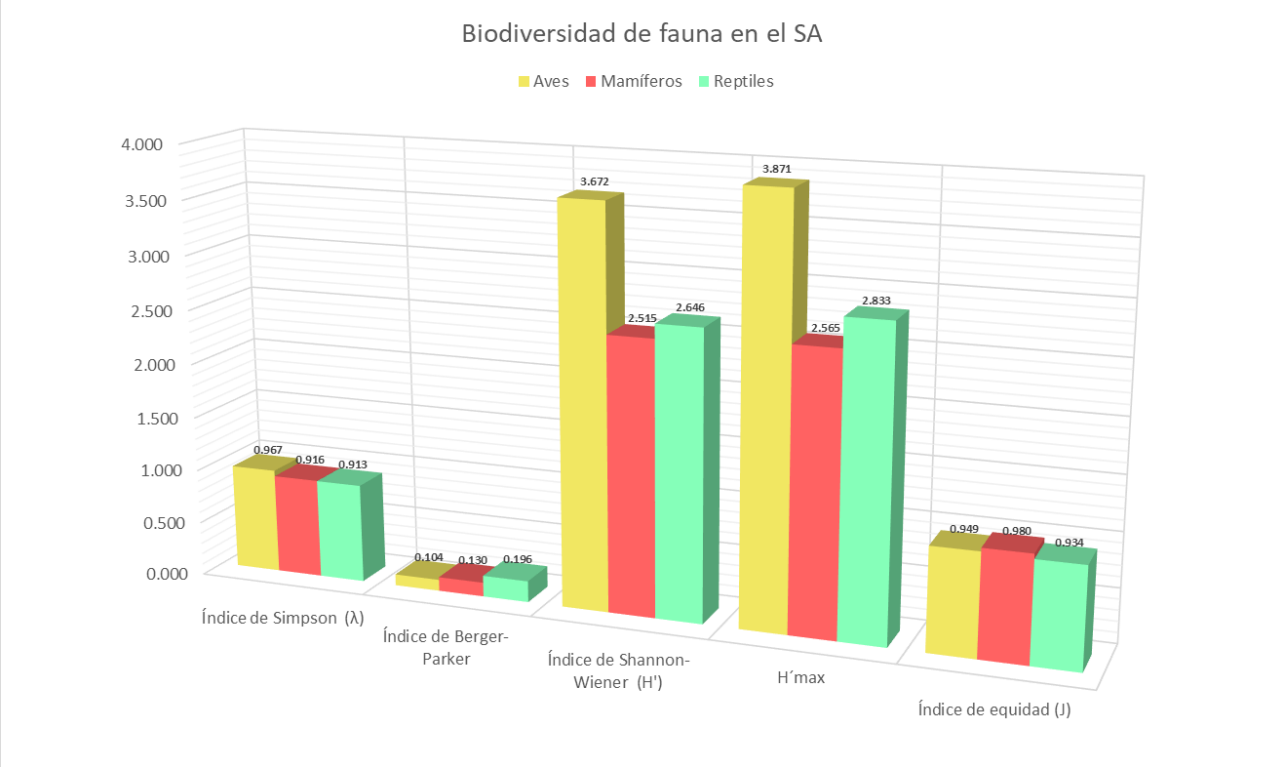


Figura 8. Gráfico de los Índices de biodiversidad de flora por estrato en el SA.

El Sistema Ambiental (SA) presenta una alta biodiversidad faunística y un ensamble ecológico equilibrado, evidenciado por valores elevados de los índices de Simpson y Shannon-Wiener, así como por índices bajos de Berger-Parker, lo que indica baja dominancia y alta riqueza de especies en aves, mamíferos y reptiles. Los índices de equidad cercanos a la unidad confirman una distribución homogénea de las abundancias, sin desequilibrios

poblacionales marcados. En conjunto, estos resultados demuestran que el SA mantiene comunidades faunísticas estables, diversas y funcionales, sin señales de fragilidad ecológica, por lo que la ejecución del proyecto, con la aplicación de medidas de manejo ambiental, no comprometerá la biodiversidad ni la funcionalidad ecológica del área.

VI.1.2.3 Análisis de la abundancia y biodiversidad de las especies de fauna

El desarrollo de los puntos siguientes se lleva a cabo con base a la información recabada con los trabajos de campo y expuesta en capítulos previos del presente estudio, a fin con el cumplimiento con lo señalado en el **Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, la información que se analiza se estructura de la siguiente manera:

- Comparativo abundancia por unidad de análisis (SA y AP).
- Comparativo de biodiversidad mediante el Índice de Simpson (λ), Índice de Berger-Parker, Índice de Shannon-Wiener (H'), Diversidad máxima (H´max) e Índice de equidad (J) y determinación de la importancia de la diferencia entre los valores de diversidad obtenidos por unidad de análisis (SA y AP).
- Medidas de prevención y mitigación establecidas.

VI.1.2.3.1 Abundancia

El análisis comparativo de la fauna silvestre entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) permite evaluar de manera objetiva la importancia ecológica relativa del sitio del proyecto, así como su contribución a la conservación de la biodiversidad regional. Los resultados obtenidos a partir de los registros de abundancia absoluta y relativa por especie y grupo taxonómico (aves, mamíferos y reptiles) evidencian que el **Área del Proyecto no constituye un sitio crítico para la permanencia de la fauna**, ni un hábitat indispensable para especies con requerimientos ecológicos estrictos.

Aves

La avifauna es el grupo mejor representado en términos de riqueza; sin embargo, el análisis de abundancia muestra una diferencia clara entre el SA y el Área del Proyecto. En el Sistema Ambiental se registraron 318 individuos, mientras que en el área de CUSTF se contabilizaron 202 individuos, lo que representa una reducción de 116 individuos, equivalente a una disminución significativa de la presencia avifaunística en el sitio del proyecto. Esta diferencia indica que la mayor parte de la actividad y uso del hábitat por parte de las aves se concentra en el Sistema Ambiental, mientras que el Área del Proyecto funciona como un espacio de uso secundario, temporal o complementario. Adicionalmente, un número considerable de especies se registraron exclusivamente en el SA, entre ellas *Molothrus ater*, *Leptotila verreauxi*, *Cyanocorax formosus*, *Pelecanus occidentalis* y *Tyrannus verticalis*, lo que refuerza el papel del SA como el principal reservorio faunístico. Las especies que incrementan su abundancia relativa en el Área del Proyecto, como *Columbina inca*, *Streptopelia decaocto*, *Zenaida asiatica* y *Quiscalus mexicanus*, corresponden a taxones generalistas, oportunistas y altamente tolerantes a la perturbación, comúnmente asociados a áreas abiertas, bordes, zonas agrícolas o

entornos semiurbanizados. Esto confirma que la avifauna del CUSTF no depende de condiciones de hábitat conservado, sino que utiliza el sitio de forma flexible dentro del mosaico paisajístico.

Desde una perspectiva funcional, la pérdida de superficie en el Área del Proyecto **no afecta de manera significativa los procesos ecológicos asociados a la avifauna**, tales como dispersión de semillas, control de insectos o reciclaje de nutrientes, dado que estas funciones **se mantienen plenamente en el Sistema Ambiental**, donde la abundancia y diversidad son mayores.

Mamíferos

En el caso de los mamíferos, el patrón es aún más claro. En el Sistema Ambiental se registraron 54 individuos, mientras que en el Área del Proyecto únicamente 25 individuos, lo que representa una reducción del 54% en la abundancia dentro del sitio sujeto a CUSTF. La mayoría de las especies de mamíferos presentan mayor abundancia en el SA, incluyendo murciélagos (*Artibeus jamaicensis, Glossophaga soricina*), carnívoros medianos (*Nasua narica, Procyon lotor*), roedores (*Oryzomys couesi*) y ungulados (*Odocoileus virginianus*). Estas especies dependen de mayor continuidad de cobertura vegetal, disponibilidad de refugios y heterogeneidad del hábitat**,** condiciones que se encuentran mejor representadas en el Sistema Ambiental. En el Área del Proyecto destacan incrementos relativos de *Notocitellus annulatus* y *Osgoodomys banderanus*, especies asociadas a ambientes abiertos, claros, bordes y áreas con disturbio, lo cual refuerza la caracterización del sitio como un hábitat secundario, fragmentado y de baja especialización ecológica.

Cabe señalar que **ninguna de las especies de mamíferos registradas es exclusiva del Área del Proyecto**, ni se identificaron sitios de reproducción, madrigueras críticas o corredores faunísticos estratégicos dentro del polígono de CUSTF. Además, la mayoría de las especies presentan **alta capacidad de desplazamiento**, lo que garantiza su **reubicación natural hacia áreas adyacentes del SA** ante la ejecución del proyecto.

Reptiles

La herpetofauna también muestra una mayor representatividad en el Sistema Ambiental, donde se registraron 92 individuos, frente a 56 individuos en el Área del Proyecto, lo que equivale a una reducción de 36 individuos en el sitio de CUSTF. Especies como *Sceloporus utiformis*, *Aspidoscelis lineattissimus*, *Ctenosaura pectinata* y *Phyllodactylus lanei* presentan mayor abundancia en el SA, lo que sugiere una preferencia por áreas con mayor complejidad estructural, refugios naturales y menor perturbación directa. En contraste, en el Área del Proyecto se observa una mayor proporción de especies como *Sceloporus melanorhinus* y *Anolis nebulosus*, reptiles generalistas y altamente tolerantes a la modificación del hábitat.

No se identificaron **especies exclusivas del Área del Proyecto**, ni elementos herpetofaunísticos con requerimientos estrictos de microhábitat que pudieran verse comprometidos de manera irreversible. Asimismo, la presencia de reptiles en el sitio responde a un **uso oportunista del hábitat**, con capacidad de desplazamiento hacia zonas contiguas del Sistema Ambiental.

Tabla 13. Abundancia relativa e índice de valor de importancia por especie para el estrato arbóreo en el AP y SA.

Especie	Sistema Ambiental		Área del Proyecto (CUSTF)		Diferencia de abundancia (SA-AP)
	Abundancia (Ind)	Abundancia Relativa (AbR)	Abundancia (Ind)	Abundancia Relativa (AbR)	
Aves					
Accipiter striatus	4	1.26%			4
Actitis macularius	4	1.26%			4
Amazilia rutila	4	1.26%	5	2.48%	-1
Aramus guarauna	5	1.57%			5
Ardea alba	8	2.52%	6	2.97%	2
Ardea herodias	3	0.94%	2	0.99%	1
Buteo brachyurus	4	1.26%	4	1.98%	0
Buteo jamaicensis	3	0.94%			3
Butorides virescens	5	1.57%			5
Calidris alba	3	0.94%			3
Calidris mauri	3	0.94%			3
Cassiculus melanicterus	9	2.83%	8	3.96%	1
Cathartes aura	15	4.72%	12	5.94%	3
Chlidonias niger	5	1.57%			5
Chordeiles acutipennis	3	0.94%			3
Circus hudsonius	4	1.26%			4
Cochlearius cochlearius	3	0.94%			3
Columbina inca	9	2.83%	14	6.93%	-5
Coragyps atratus	9	2.83%	10	4.95%	-1
Crotophaga sulcirostris	7	2.20%	7	3.47%	0
Cyanocorax formosus	9	2.83%			9
Cyanocorax sanblasianus	5	1.57%	3	1.49%	2
Dendrocygna autumnalis	3	0.94%	4	1.98%	-1
Glaucidium palmarum	3	0.94%			3
Himantopus mexicanus	4	1.26%	4	1.98%	0
Hirundo rustica	16	5.03%	13	6.44%	3
Icterus cucullatus	7	2.20%	6	2.97%	1
Icterus pustulatus	4	1.26%	6	2.97%	-2
Leptotila verreauxi	13	4.09%			13
Molothrus ater	33	10.38%			33
Myiarchus tyrannulus	8	2.52%	9	4.46%	-1
Myiozetetes similis	4	1.26%	5	2.48%	-1
Pelecanus occidentalis	7	2.20%			7
Peucaea ruficauda	9	2.83%	3	1.49%	6
Piaya cayana	4	1.26%	2	0.99%	2
Pitangus sulphuratus	5	1.57%	6	2.97%	-1
Polioptila caerulea	6	1.89%	3	1.49%	3
Quiscalus mexicanus	6	1.89%	10	4.95%	-4
Sporophila torqueola	3	0.94%			3
Sternula antillarum	4	1.26%	3	1.49%	1
Streptopelia decaocto	9	2.83%	18	8.91%	-9
Tachycineta albilinea	9	2.83%	13	6.44%	-4
Thalasseus elegans	5	1.57%	4	1.98%	1
Trogon citreolus	3	0.94%	3	1.49%	0
Tyrannus crassirostris	5	1.57%			5
Tyrannus melancholicus	6	1.89%	6	2.97%	0
Tyrannus verticalis	5	1.57%			5

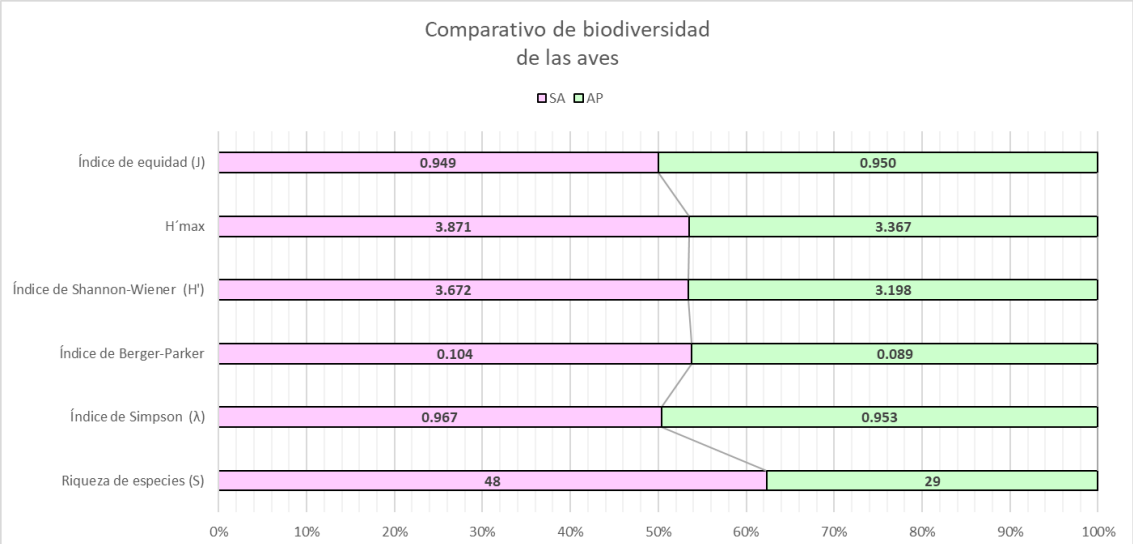
Especie	Sistema Ambiental		Área del Proyecto (CUSTF)		Diferencia de abundancia (SA-AP)
	Abundancia (Ind)	Abundancia Relativa (AbR)	Abundancia (Ind)	Abundancia Relativa (AbR)	
Zenaida asiatica	13	4.09%	13	6.44%	0
Total	**318**	**100.00%**	**202**	**100.00%**	**116**
Mamíferos					
Artibeus jamaicensis	4	7.41%			4
Dasypus novemcinctus	4	7.41%	3	12.00%	1
Didelphis virginiana	4	7.41%	4	16.00%	0
Glossophaga soricina	7	12.96%			7
Heteromys pictus	2	3.70%			2
Nasua narica	5	9.26%			5
Notocitellus annulatus	5	9.26%	8	32.00%	-3
Odocoileus virginianus	4	7.41%			4
Oryzomys couesi	5	9.26%			5
Osgoodomys banderanus	5	9.26%	5	20.00%	0
Pappogeomys bulleri	3	5.56%			3
Procyon lotor	2	3.70%	3	12.00%	-1
Sciurus colliaei	4	7.41%	2	8.00%	2
Total	**54**	**100.00%**	**25**	**100.00%**	**29**
Reptiles					
Anolis nebulosus	7	7.61%	8	14.29%	-1
Aspidoscelis deppii	9	9.78%	9	16.07%	0
Aspidoscelis lineattissimus	6	6.52%			6
Basiliscus vittatus	3	3.26%			3
Boa sigma	2	2.17%			2
Crotalus basiliscus	3	3.26%			3
Ctenosaura pectinata	4	4.35%			4
Hemidactylus frenatus	5	5.43%	4	7.14%	1
Holcosus undulatus	3	3.26%	3	5.36%	0
Iguana iguana	6	6.52%	6	10.71%	0
Oxybelis microphthalmus	3	3.26%	3	5.36%	0
Phyllodactylus lanei	4	4.35%			4
Rhinoclemmys pulcherrima	2	2.17%			2
Sceloporus melanorhinus	7	7.61%	10	17.86%	-3
Sceloporus pyrocephalus	7	7.61%	5	8.93%	2
Sceloporus utiformis	18	19.57%	5	8.93%	13
Urosaurus bicarinatus	3	3.26%	3	5.36%	0
Total	**92**	**100.00%**	**56**	**100.00%**	**36**

VI.1.2.3.2 Biodiversidad

Aves

Con base en la Figura de comparativo de biodiversidad de aves, se observa que el Sistema Ambiental (SA) concentra los valores más altos de riqueza y diversidad, con 48 especies registradas y un índice de Shannon-Wiener de 3.672, cercano a su máximo teórico (H'max = 3.871), lo que refleja una comunidad avifaunística más completa y estructuralmente compleja. En contraste, el Área del Proyecto (AP) presenta una riqueza menor (29 especies) y un valor de diversidad inferior (H' = 3.198; H'max = 3.367), evidenciando que el sitio del proyecto alberga únicamente una fracción del ensamble regional. No obstante, los valores elevados y prácticamente idénticos del índice de equidad (SA = 0.949; AP = 0.950), junto con los altos valores del índice de Simpson y los

bajos valores del índice de Berger-Parker en ambos sitios, indican una distribución homogénea de las abundancias y ausencia de dominancia ecológica significativa en el AP. En conjunto, este patrón confirma que la avifauna utiliza el área del proyecto de manera generalista y no exclusiva, sin concentraciones críticas ni dependencia ecológica estricta, por lo que la ejecución del proyecto no compromete la integridad ni la funcionalidad avifaunística, manteniéndose el Sistema Ambiental como el principal reservorio de biodiversidad.

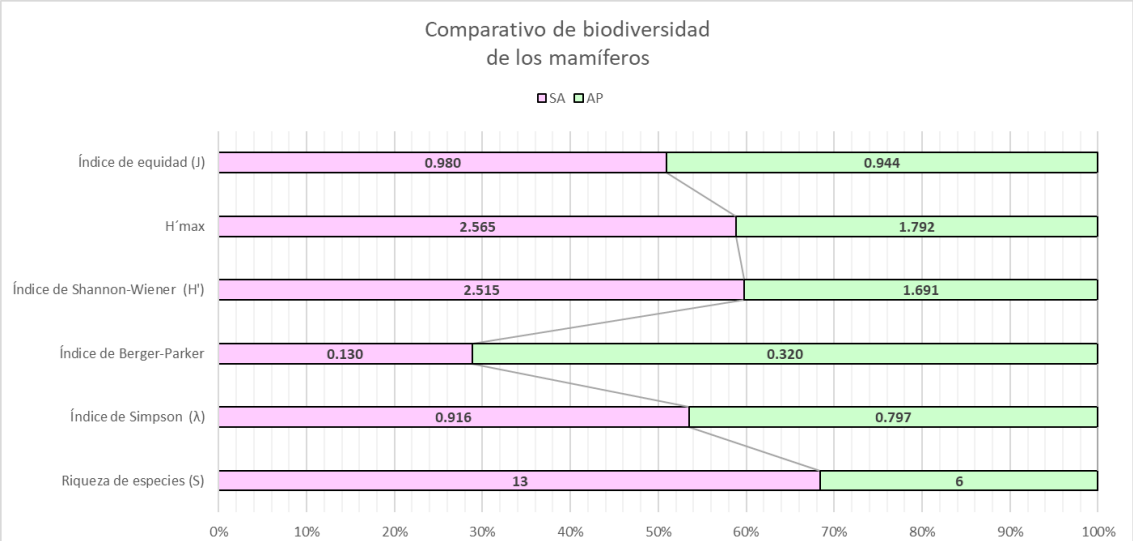


	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
SA	48	0.967	0.104	3.672	3.871	0.949
AP	29	0.953	0.089	3.198	3.367	0.950

Figura 9. Comparativo de biodiversidad de fauna de las especies de aves entre el SA y AP.

Mamíferos

Con base en el comparativo de biodiversidad de mamíferos entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP), se observa que el SA presenta una mayor riqueza y diversidad, con 13 especies registradas y un valor del índice de Shannon-Wiener de 2.515, muy cercano a su máximo teórico (H'max = 2.565), lo que refleja una comunidad mamífera mejor estructurada y ecológicamente más completa. En contraste, el AP registra únicamente 6 especies y un valor de H' de 1.691 (H'max = 1.792), evidenciando una reducción significativa de la diversidad y del potencial ecológico, lo que indica que el sitio del proyecto alberga solo una fracción del ensamble regional. Asimismo, el índice de Simpson es notablemente mayor en el SA (0.916) que en el AP (0.797), confirmando una mayor probabilidad de encontrar especies distintas en el sistema ambiental. Por su parte, el índice de Berger-Parker es más alto en el AP (0.320), lo que indica una mayor dominancia relativa de pocas especies, característica de comunidades simplificadas y asociadas a ambientes perturbados. Aunque ambos sitios presentan valores altos de equidad (SA = 0.980; AP = 0.944), estos resultados en conjunto confirman que los mamíferos utilizan el Área del Proyecto de manera generalista y no exclusiva, sin concentraciones críticas ni dependencia ecológica estricta, manteniéndose el Sistema Ambiental como el principal reservorio de diversidad y funcionalidad, por lo que la ejecución del proyecto no compromete la integridad ni la persistencia de la mastofauna en la región.

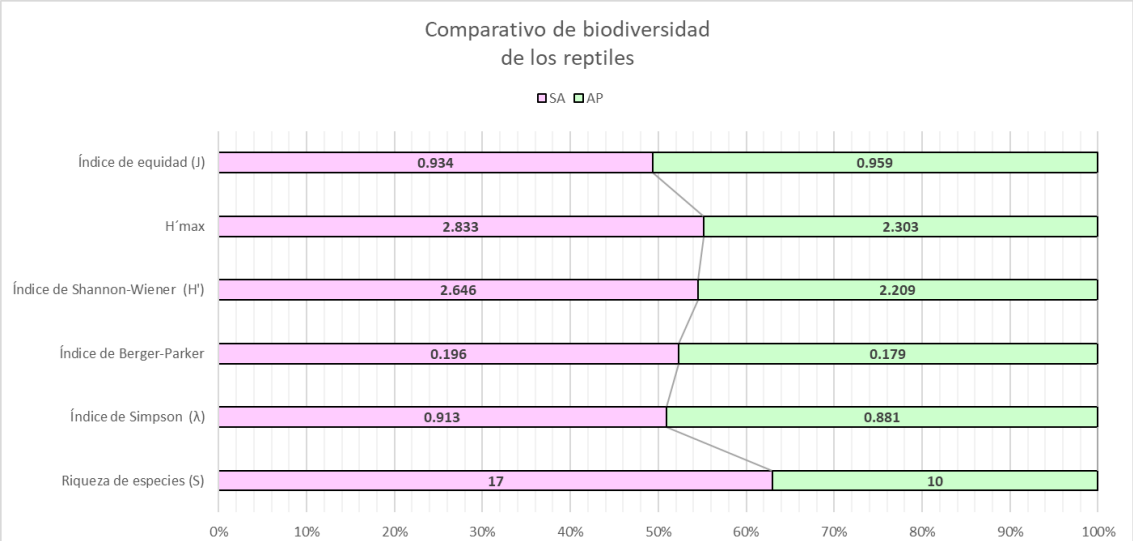


	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
SA	13	0.916	0.130	2.515	2.565	0.980
AP	6	0.797	0.320	1.691	1.792	0.944

Figura 10. Comparativo de biodiversidad de fauna de las especies de mamíferos entre el SA y AP.

Reptiles

Con base en el comparativo de biodiversidad de reptiles entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP), se observa que el SA presenta una mayor riqueza y diversidad herpetofaunística, con 17 especies registradas y un valor del índice de Shannon-Wiener de 2.646, cercano a su máximo teórico (H'max = 2.833), lo que indica una comunidad más completa y estructuralmente compleja. En contraste, el AP registra 10 especies y un valor de H' de 2.209 (H'max = 2.303), evidenciando una reducción en la diversidad y en el potencial ecológico, lo que confirma que el área del proyecto alberga únicamente una fracción del ensamble regional. No obstante, los valores altos de equidad en ambos sitios (SA = 0.934; AP = 0.959), junto con los altos valores del índice de Simpson y los bajos valores del índice de Berger-Parker, indican una distribución homogénea de las abundancias y ausencia de dominancia ecológica significativa en el AP. Este patrón sugiere que los reptiles utilizan el área del proyecto de manera generalista y no exclusiva, sin concentraciones críticas ni dependencia estricta del sitio, manteniéndose el Sistema Ambiental como el principal reservorio de diversidad y funcionalidad herpetofaunística, por lo que la ejecución del proyecto no compromete la integridad ni la persistencia de las poblaciones de reptiles a nivel regional.



	Riqueza de especies (S)	Índice de Simpson (λ)	Índice de Berger-Parker	Índice de Shannon-Wiener (H')	H´max	Índice de equidad (J)
SA	17	0.913	0.196	2.646	2.833	0.934
AP	10	0.881	0.179	2.209	2.303	0.959

Figura 11. Comparativo de biodiversidad de fauna de las especies de reptiles entre el SA y AP.

VI.1.2.3.3 Medidas de mitigación

El Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna (PARRF) del *Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima* es una medida de mitigación ambiental diseñada para reducir los impactos sobre la fauna silvestre derivados del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), principalmente durante las etapas de desmonte y preparación del sitio. El programa parte del reconocimiento de que el área del proyecto se localiza en selva baja caducifolia secundaria, donde aún persisten especies de fauna nativas, endémicas y de lento desplazamiento, algunas de ellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales presentan mayor vulnerabilidad ante la remoción de la cobertura vegetal.

El PARRF establece como objetivo central minimizar la pérdida de individuos y reducir la alteración de las poblaciones faunísticas, mediante la aplicación de técnicas de ahuyentamiento controlado, que favorecen el desplazamiento natural de la fauna hacia áreas contiguas no afectadas, y rescate, captura y reubicación, enfocadas principalmente en especies de baja movilidad o con estatus de protección. La metodología diferencia los procedimientos según el grupo taxonómico (anfibios, reptiles, mamíferos y aves), definiendo horarios, condiciones ambientales, equipo especializado y protocolos de manejo que evitan el estrés, lesiones o mortalidad de los ejemplares.

Un componente clave del programa es la selección de un sitio de reubicación cercano al área del proyecto, con condiciones ambientales similares y mayor grado de conservación, lo que incrementa la probabilidad de supervivencia de los individuos liberados. Asimismo, el PARRF incorpora medidas complementarias como señalización, control de velocidad vehicular, restricción de trabajos nocturnos y capacitación del personal, con el fin de prevenir incidentes y fomentar el respeto a la fauna silvestre.
Finalmente, el programa contempla un cronograma de ejecución, formatos de registro, indicadores de evaluación y la elaboración de informes periódicos, lo que permite documentar y verificar el cumplimiento de las acciones ante la autoridad ambiental. En conjunto, el PARRF constituye un instrumento técnico que

demuestra la responsabilidad ambiental del proyecto y su compatibilidad con la conservación de la fauna presente en el área de influencia.

VI.1.2.4 Resultados y conclusiones

Con base en los resultados del inventario, análisis estructural e índices de biodiversidad, se puede afirmar lo siguiente:

- Los resultados del análisis de biodiversidad faunística demuestran que el Área del Proyecto (AP) presenta una biodiversidad moderada, funcional y ecológicamente estable, característica de ambientes secundarios asociados a selva baja caducifolia previamente intervenida. Los índices de diversidad aplicados (Shannon-Wiener, Simpson, Berger-Parker y equidad) evidencian que, aunque la riqueza y abundancia de especies en el AP es menor respecto al Sistema Ambiental (SA), las comunidades faunísticas mantienen una estructura equilibrada, sin dominancia extrema ni dependencia crítica del sitio.

- En el caso de las aves, el AP registra 29 especies con valores elevados de diversidad y equidad (H’ = 3.198; J = 0.950), lo que indica una distribución homogénea de las abundancias y confirma que el sitio funciona como un hábitat complementario y no exclusivo. Las especies más abundantes corresponden principalmente a taxones generalistas y tolerantes a la perturbación, típicos de áreas abiertas o semiurbanizadas, mientras que la mayor riqueza y abundancia se concentra en el SA, el cual mantiene su papel como principal reservorio regional.

- Para los mamíferos, se identificó una reducción clara de abundancia en el AP (25 individuos) respecto al SA (54 individuos), lo que representa una disminución superior al 50%. Este patrón confirma que el área sujeta a CUSTF no constituye un sitio crítico para la mastofauna, ni alberga poblaciones clave, madrigueras estratégicas o corredores biológicos indispensables. Las especies presentes en el AP son de amplia distribución y alta movilidad, lo que garantiza su desplazamiento natural hacia áreas contiguas con mejores condiciones de hábitat.

- En el grupo de los reptiles, aunque se registró una riqueza de 10 especies en el AP, los índices de diversidad y equidad (H’ = 2.209; J = 0.959) reflejan una comunidad homogénea y resiliente, sin especies dominantes críticas ni requerimientos estrictos de microhábitat. La mayor abundancia y riqueza se concentra nuevamente en el SA, confirmando que el AP alberga únicamente una fracción del ensamble regional.

- El análisis comparativo de abundancia absoluta y relativa refuerza estos resultados, al mostrar reducciones consistentes en aves, mamíferos y reptiles dentro del AP frente al SA, lo que evidencia que la funcionalidad ecológica regional se mantiene plenamente en el Sistema Ambiental y no depende del área a intervenir. Asimismo, no se identificaron especies exclusivas del AP ni elementos faunísticos cuya pérdida comprometa procesos ecológicos esenciales.

- Finalmente, la integración del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna (PARRF) garantiza la atención puntual de especies de lento desplazamiento y aquellas incluidas en la NOM-059-

SEMARNAT-2010, mediante técnicas probadas, supervisión especializada, selección adecuada de sitios de reubicación y un sistema de seguimiento y reporte que asegura su correcta implementación.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima no compromete la biodiversidad faunística ni la funcionalidad ecológica del Sistema Ambiental**, ya que el Área del Proyecto representa una superficie reducida, previamente intervenida y de **importancia ecológica secundaria** dentro del contexto regional. Las comunidades de fauna registradas en el AP presentan **diversidad moderada, alta equidad y ausencia de dominancia crítica**, lo que indica una elevada capacidad de adaptación y resiliencia frente a disturbios localizados.

La comparación entre el SA y el AP demuestra de manera consistente que el **Sistema Ambiental conserva mayores niveles de riqueza, abundancia y diversidad**, manteniéndose como el principal soporte de las poblaciones faunísticas regionales. En este sentido, la ejecución del CUSTF no genera fragmentación significativa, pérdida irreversible de hábitat ni afectación a especies con requerimientos ecológicos estrictos.

Adicionalmente, la implementación del **PARRF** constituye una medida de mitigación robusta, preventiva y correctiva, que **reduce de forma efectiva los impactos directos sobre la fauna silvestre**, particularmente en especies de lento desplazamiento o con estatus de protección, garantizando su desplazamiento natural, rescate y reubicación en sitios ambientalmente compatibles.

En conjunto, los resultados técnicos, los análisis comparativos de biodiversidad y abundancia, y las medidas de manejo ambiental propuestas **sustentan plenamente la viabilidad ambiental del proyecto**, demostrando que su ejecución es **compatible con la conservación de la fauna silvestre**, no altera procesos ecológicos regionales y cumple con los criterios establecidos en la normatividad ambiental vigente, por lo que el proyecto es **ambientalmente viable y susceptible de autorización**.

VI.2 JUSTIFICACIÓN QUE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SERÁ MITIGADA

El fenómeno de erosión se refiere al proceso de remoción (por desprendimiento o arrastre) del suelo, principalmente de la capa arable del mismo. La erosión del suelo, con la implícita pérdida de la producción, se está convirtiendo en uno de los problemas ambientales que más presión ejerce en áreas vulnerables (FAO 2000ª, citado por SEMARNAT, 2004[1]).

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos (Ellison, 1947, citado por Cottler, et al 2007). Estos agentes erosivos o que provocan el arrastre de partículas constituyentes del suelo son el agua y el viento, denominadas Erosión Hídrica y Eólica respectivamente.

La actividad humana también se ha convertido en la principal actividad que 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, por ejemplo, terremotos, grandes tormentas y sequías severas.

La erosión del suelo es un término común que a menudo se confunde con la degradación del suelo, ya que realmente se refiere a las pérdidas absolutas de suelo de la capa superficial y nutrientes del suelo. De hecho, el efecto más visible de degradación del suelo, pero no cubre totalmente todos sus aspectos. La erosión del suelo se refiere a un proceso natural en zonas montañosas, pero con frecuencia se empeora mediante las malas prácticas de manejo (http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/)

Como se mencionó anteriormente, existen dos tipos de erosión de acuerdo con su origen, la erosión hídrica que 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. De acuerdo a las revisiones bibliográficas, la erosión hídrica es la que mayores efectos tienen y es la que se puede estimar más acertadamente.

Para conocer de manera precisa el impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica, en el capítulo IV de la Descripción del Sistema Ambiental, se evaluó la erosión potencial en el área del proyecto (hídrica) en dos escenarios: El primero considerando la situación actual sin proyecto y el segundo escenario con la ejecución del cambio de uso de suelo (desmonte).

El análisis del impacto del proyecto por el cambio de uso de suelo sobre la erosión hídrica se estimó a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (EUPS). Los resultados obtenidos de la pérdida potencial de suelo, es la siguiente:

Tabla 14. Erosión hídrica del área del proyecto en dos escenarios.

Escenario (ton/ha/año)		
Actual	**Con proyecto**	**Incremento**
6.99	22.80	15.81

[1] SEMARNAT, 2004, "Perspectivas del medio ambiente en México, Geo México 2004", PNUMA, INE, México, DF.

Fuente: Resultados de las estimaciones hechas por predio en el capítulo IV

Si multiplicamos el volumen por hectárea por la superficie del proyecto (0.9308), **con la ejecución del cambio de uso de suelo forestal propuesto sin medidas de mitigación, se obtienen los siguientes resultados:**

Tabla 15. Erosión hídrica del área del proyecto en dos escenarios.

Escenario (ton/año)		
Actual	**Con proyecto**	**Incremento**
6.51	21.22	14.71

Fuente: concentrado de los resultados del Capítulo IV

La restauración tiene por objetivo, mitigar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo IV "Descripción del Sistema Ambiental" del DTU y se resumieron en este punto. Por lo anterior, se identificaron áreas en donde el promovente cuenta con la posibilidad de realizar las actividades de restauración.

Para el área del proyecto de restauración se parte de la línea base que la erosión hídrica a recuperar es la misma calculada para el escenario del predio con la realización del desmonte o con proyecto, que es de **14.71 ton/año**. Esta pérdida potencial de suelo es el escenario base o año 1 a partir de la cual se emprenderán medidas para reducir este nivel hasta alcanzar la compensación. Este escenario es hipotético y considerando el desmonte en su totalidad.

Estimación de la Erosión hídrica con las medidas de mitigación

Para cuantificar la erosión que se dejaría de generar por las acciones propuestas dentro de la reforestación del predio de compensación adicional, se consideró la distribución de superficies y las acciones particulares a llevar a cabo en cada una de ellas que se señalan en la tabla siguiente:

Tabla 16. Actividades y superficies para la mitigación de la erosión.

Polígono	Acción o actividad	Área (ha)
Sitio del proyecto, que durante la ejecución se pretende llevar a cabo medidas para retener los sedimentos o la erosión del suelo	Canaletas de conducción de agua Fosas de sedimentación	0.9749
Parte baja del sitio del proyecto, que durante la ejecución se pretende llevar a cabo medidas para retener los sedimentos o la erosión del suelo	Zanjas de infiltración	0.9749
Reforestación de las áreas verdes como las jardineras y el perimetral además del área verde a conservar en el sitio del proyecto	Reforestación con especies nativas y de ornato	0.3504
Área de compensación adicional que actualmente presenta una baja cobertura arbórea y que el promovente cuenta con las facilidades de su ejecución	Reforestación Terrazas individuales Barreras de material muerto	1.1

Obras de conservación del suelo y agua en el sitio del proyecto

Como medida de compensación de los impactos ambientales principalmente a los factores suelo y agua, se ha diseñado la construcción de "zanjas de infiltración", dichas obras tendrán una vida útil de 3 años, se llevaran a

cabo y tendrán objetivo mitigar los impactos al recurso hidrológico y la erosión del suelo durante la etapa de preparación del sitio y construcción, conforme al calendario de ejecución del proyecto, estas obras darán una infiltración adicional con lo que se compensará la infiltración perdida por el CUSTF y retenedores de suelo.

Objetivos específicos de está medida son las siguientes:

- Asegurar la retención del suelo y materia orgánica en el área de cambio de cambio de uso de suelo forestal, mediante la construcción de obras para la conservación de suelos y agua en el sito del proyecto a fin de evitar la erosión eólica y pluvial.
- Fomentar la continuidad de los ciclos biológicos naturales para asegurar la permanencia de los bienes y servicios ambientales, mediante la conservación del suelo y por consiguiente favorecer reducir los aportes de suelo fuera del proyecto.

Descripción de la obra:

Estas obras de conservación de suelo y agua se pretenden construir de forma paralela al sitio del proyecto, aguas abajo del mismo, consistente en construcción de 25 zanjas trinchera o tinas ciegas, tienen una dimensión determinada para retener los escurrimientos para dar mayor infiltración y los sedimentos arrastrados de aguas arriba es de 100 cm en el ancho superior, 50 cm de profundidad y 8 metros de lago, lo cual nos da un volumen de almacenamiento de agua de 5.12 m^3 al momento de construirlas (ver memoria de cálculo diseño_de_Zanjas_de_Infiltracion.xlsx anexa) , el volumen bajara dependiendo del suelo que acumulen; con la propuesta se tendría un volumen en "zanjas trincheras" de 128 metros cúbicos, mismos que multiplicados por 1.2 nos da un volumen de 153.6 ton que es el volumen de suelo con ese mismo potencial de captura.

Las tinas ciegas tienen como objetivo principal la recarga de mantos acuíferos por lo que su establecimiento es recomendado en las áreas de captación de los manantiales. Se recomienda su implementación en regiones con lluvias superiores a 700 mm y suelos con alta permeabilidad relativa, es decir, con tasas de infiltración superiores a la lluvia máxima en 24 hr, para un período de retorno de 10 años (asumiendo que el evento ocurre en una hora).

Las obras de conservación de suelos se realizarán en un polígono al norte y oeste del sitio del proyecto en el cual se construirán las zanjas trincheras.

Si se estima la capacidad de diseño de cada una de las zanjas a construir el volumen de estas sería de 5.12 m^3 si se contempla la construcción de 25 unidades el volumen será de 128 m^3, si lo multiplicamos por el factor de 1.2[2] para obtener el volumen en toneladas sería la capacidad se estaría utilizando como medida de retención del suelo durante el tiempo en que estaría expuesto el sitio del proyecto a estos procesos erosivos, capacidad de retención contrastandolo con la erosión potencial a generar por el CUSTF se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 17. Comparativo de la pérdida potencial vs capacidad de las zanjas trincheras.

Incremento De Pérdida De Suelo (Ton/Año)	Capacidad De Diseño De Las Zanjas Trincheras (Ton)
14.71	153.6

[2] Morfin Ríos J. E. et. al. 2015. Estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México. Fortalecimiento REDD+ y cooperación Sur-Sur.

Con lo anterior, se considera una medida que mitiga la totalidad de los niveles de erosión a generar por la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica con el desmonte.

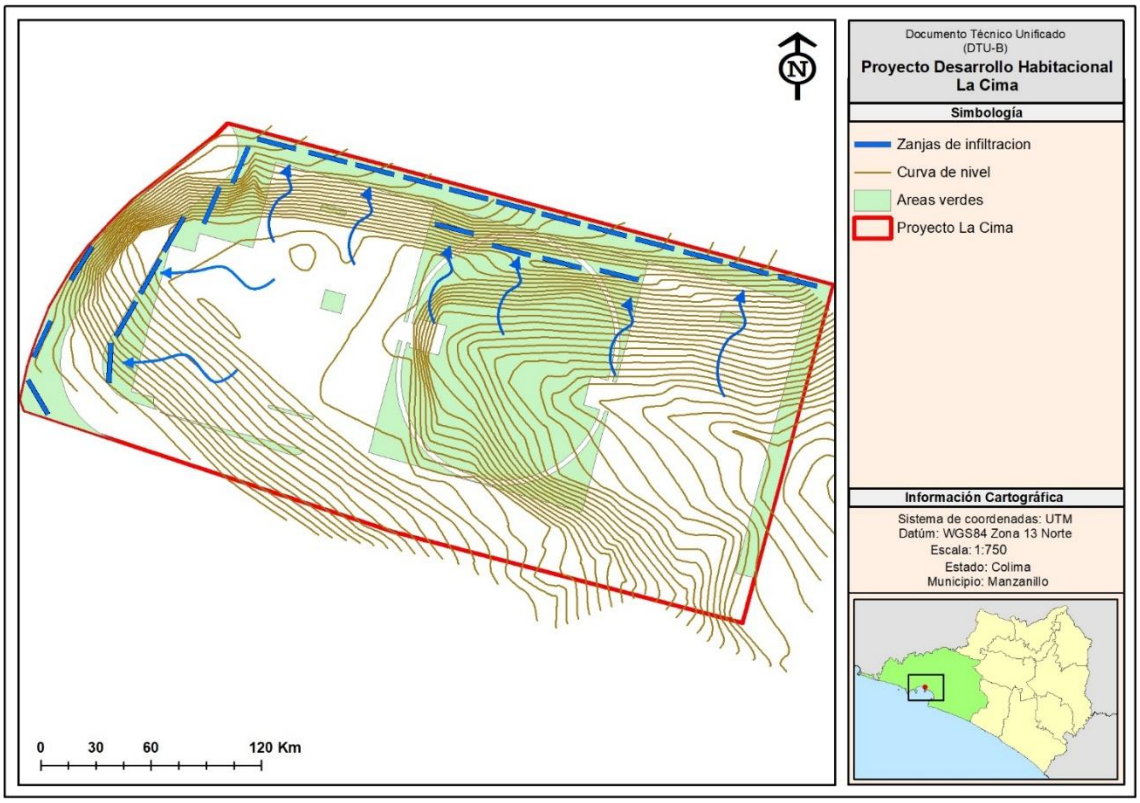


Figura 12. Obras de conservación de uso de suelo "zanjas trincheras".

Estas obras y/o acciones tienen por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto.

Reforestación del predio de compensación

Como medidas adicionales a las descritas anteriormente para contener la erosión del suelo se pretende realizar una reforestación en **1.1 ha además de las terrazas individuales adicionalmente como obras de conservación de suelo y agua, esto como medida de compensación ambiental**.

Estimación de la Erosión Hídrica con las obras propuestas

Para cuantificar la erosión hídrica que se dejaría de generar por las acciones de reforestación y obras de conservación de suelo propuestas en el predio de compensación adicional dentro de las 1.1 ha, se procedió a simular a través de la ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) considerando la reforestación como medida de cambio de cobertura de suelo (Factor C) y las obras de conservación de suelo y agua (factor P).

De acuerdo con la tabla anterior, para el área de reforestación se utilizaron valores promedio para obtener el valor de "C" actual y su modificación conforme se desarrolla la vegetación.

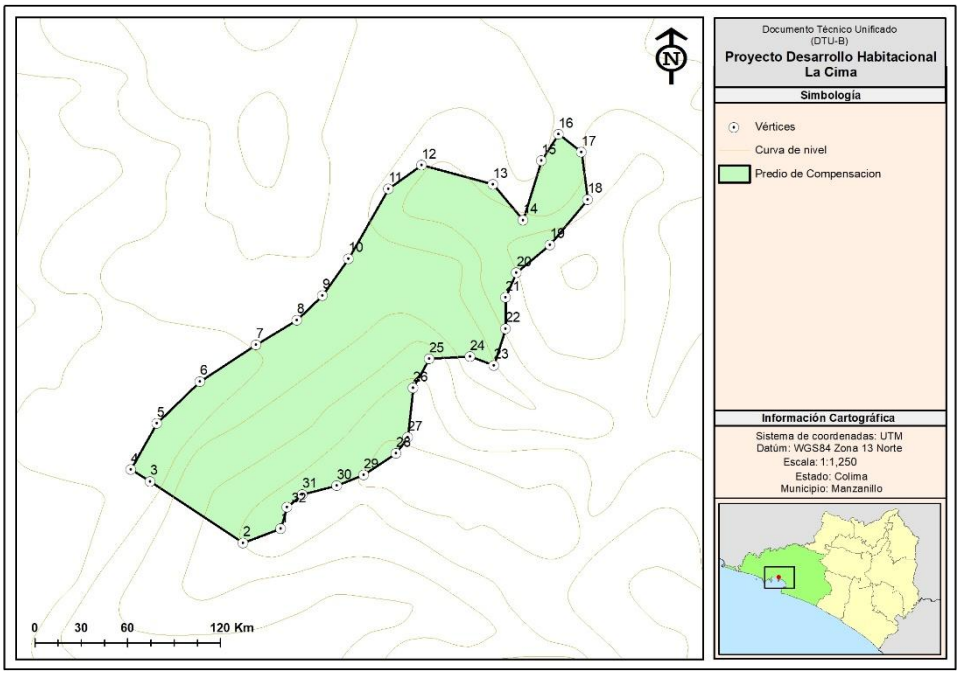


Figura 13. Área a ser restauradas.

Para el área de enriquecimiento de la vegetación se utilizaron valores promedio para obtener el valor de "C" actual y su modificación conforme se desarrolla la vegetación.

Con base a la propuesta de restauración mediante el programa de reforestación (anexo), se consideró la modificación del factor C de la ecuación universal de pérdida de suelos, sobre el área reforestación, considerando las siguientes coberturas por año:

Tabla 18. Valores de C para pastizales, matorral y arbustos.

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 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
	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					
			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.
Fuente: Wischmeier y Smith (1978) en Morgan (1997).

Tabla 19. Valores del Factor K en el sitio del predio de compensación.

Clave edafológica	Unidad 1	Unidad 2	Textura	K 1	K 2	Factor K promedio
Re+I/1	Regosol éutrico	Litosol	Gruesa	0.026	0.007	0.0165

Fuente: Becerra, 1999.

Para el área de enriquecimiento de la vegetación se utilizaron valores promedio para obtener el valor de "C" actual y su modificación conforme se desarrolla la vegetación.

Tabla 20. Factor C considerado para el área de compensación adicional.

Año	Condición	Cobertura del suelo en %	Factor C
Actual	Establecimiento de la reforestación (escenario actual)	20	0.22
1	Reforestación con vegetación de altura baja con una cobertura del 30% y plantas herbáceas sin descomponer en el 25% del suelo	30	0.18
2	Reforestación con vegetación de altura baja con una cobertura del 40% y plantas herbáceas sin descomponer en el 50% del suelo	40	0.085
3	Reforestación con vegetación de arbolado sin matorral pequeño con una cobertura del 50% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 60% del suelo	50	0.042
4	Reforestación con vegetación de arbolado con una cobertura del 60% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 70% del suelo	60	0.009
5	Reforestación con vegetación de arbolado de más de 6 metros con una cobertura del 80% y cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5cm de humus en el 80% del suelo	80	0.003

De igual manera, se modificó el **Factor de Prácticas de Conservación (P)** de la ecuación universal de pérdida de suelos, debido a que se contempla las actividades de conservación del suelo, con la construcción de barreras de retención de suelo con material obtenido del desmonte, dicha acción se llevará a cabo en los taludes fuera del sitio del proyecto. Adicionalmente se realizarán terrazas individuales junto con la reforestación las cuales tendrán una densidad de 1,283 terrazas por hectárea para el sitio de la reforestación. Para este caso en particular se consideró el factor P de 0.45 al considerar obras de terrazas individuales, así mismo se seleccionó el valor más

conservador, definido por Becerra (1999)[3], el cual recomienda valores a considerar en la EUPS para obras de conservación de suelos de acuerdo con la pendiente. Estos valores son conservadores y muy similares a los que manejan otros autores como TRAGSA.

Para determinar la erosión potencial de las áreas propuestas para restaurar, se ejecutó de nuevo el modelo de la EUPS asumiendo los parámetros establecidos expuestos anteriormente, con el proyecto de restauración obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21. Parámetros utilizados en la ecuación EUPS.

Factor	Fuente	Descripción
R	CNA	Corresponde a la erosividad de la lluvia, es decir el potencial de ocasionar erosión la energía cinética con que golpea las gotas al suelo y su duración se obtuvo a partir de los datos de precipitación de las normales climatológicas 1951-2010 de la zona, 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.
K	INEGI	Corresponde a la erodabilidad del suelo y depende de las características físicas del mismo, obtenido de la carta edafológica elaboradas por el INEGI, de la carta edafológica se recortó el suelo dentro del área de estudio para su posterior interpretación de los valores de K generados por Cortez (1991) citado por Becerra (1999)[4].
L	INEGI	Es la longitud de la pendiente y es variable de acuerdo con el sitio, se obtuvo del modelo de elevación digital del INEGI elaborado con el vuelo lidar con una resolución de 5 metros
S	INEGI	Es pendiente y es variable de acuerdo con el sitio, se obtuvo del modelo de elevación digital del INEGI con una resolución de 5 metros.
C	TRAGSA (1998)[3]	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)[5] tal como se describió.
P	Becerra (1999)[2]	Valor de 0.45 al considerar obras de terrazas individuales y acomodo de material muerto.

Una vez realizado el proceso en el sistema de Información geográfica, se obtuvieron los siguientes resultados de los niveles de erosión a reducir en el predio de compensación:

Tabla 22. Erosión hídrica promedio por hectárea por polígono por año.

Polígono	Acción a llevar	Erosión promedio ton/ha/año					
		Actual	1	2	3	4	5
Área de compensación adicional	Reforestación y obras de conservación de suelos y agua	21.55	7.93	3.74	1.85	0.39	0.13

Fuente: Elaborado a partir de valores calculados de la EUPS por año.

[3] Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo

[4] Becerra, M. Antonio. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Texcoco México: Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo

[5] TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p

Si se multiplica el volumen ton/ha/año por la superficie en la cual se realizarán las actividades de reforestación que es de **1.1 hectáreas**, obtenemos el volumen promedio que por erosión potencial hídrica se tendría del año 1 al 5, los cuales se reflejan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 23. Erosión hídrica total en las áreas de reforestación.

Polígono	Área (ha)	Erosión total ton/año en 1.1 ha					
		Actual	1	2	3	4	5
Área de compensación adicional	1.1	23.71	8.72	4.11	2.04	0.43	0.14

Fuente: Elaborado a partir de valores calculados de la EUPS por año.

De acuerdo con los cálculos obtenidos, mediante la ejecución del programa reforestación y obras de conservación de suelo, **disminuye la pérdida potencial de suelos gradualmente**, hasta llegar al año 5 con una pérdida de suelos de 0.14 ton/año iniciando en 23.71 ton/año.

Considerando el cambio de uso de suelo de terrenos forestales por el proyecto "**Desarrollo Habitacional La Cima**" la erosión a incrementar es del orden de 14.71 ton/año en la superficie de 0.9308 ha, debido a que la compensación se realizará en un predio distinto al solicitado (compensación de 1.1 ha), se realizó la comparación de la erosión que se dejaría de aportar la cual es de 23.57 ton/año en las 1.1 ha.

Conclusiones que con la ejecución del proyecto no se provoca un incremento de la erosión:

Con esta disminución en la perdida potencial de suelos con la restauración del predio de compensación compensa el incremento que se da por la ejecución del proyecto en la erosión hídrica por el CUSTF, tendiendo un saldo positivo en el año 5 para la erosión hídrica.

Realizando un resumen de la disminución de la tasa erosión a causa de las actividades de reforestación y obras de conservación de suelo y agua a ejecutar en el predio de compensación adicional se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 24. Comparativo de la erosión potencial por hectárea en los tres escenarios en el sitio del proyecto

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	6.99	22.8	0.14

Para hacer el análisis y poder afirmar que la ejecución del proyecto y demostrar que no se generará erosión de los suelos, se ha propuesto como compensación como las zanjas trincheras, barreras de material muerto, terrazas individuales dentro del predio de compensación y las fosas de sedimentación y las canaletas dentro del mismo predio de CUSTF.

Medida de mitigación para evitar la erosión de los suelos.

Si consideramos que existe un incremento en la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica en un volumen por ha de **14.71 ton/año** (resultado de la diferencia entre la erosión actual y con la ejecución del proyecto en una superficie de **0.9308 hectáreas.**

Capacidad de retención de sedimentos de las obras de conservación de suelos

Terrazas individuales

De acuerdo con las características del predio, se ha determinado una cantidad de **1,283 terrazas/ha en el sitio del predio de compensación adicional,** distribuidas de forma irregular.

Tabla 25. Características de las terrazas individuales.

Polígono	Densidad de terrazas/ha	Área donde se construirá (ha)	Terrazas a construir
Área de compensación adicional	1,283	1.1	1,411

Su ubicación georreferenciada de cada una de ellas sería muy complicado establecerla tanto por la cantidad como por la exactitud, sin embargo existe la ubicación de las áreas de restauración del sitio del polígono de compensación adicional misma ubicación se encuentra en el programa de restauración anexo y suma un área de **1.1 hectáreas**, por lo que se tiene como meta la construcción de **1,411 terrazas**, con una capacidad de captación de agua y azolves de **0.07854 m^3 por terraza** (resultado de la cubicación de un círculo de 1 m de diámetro y 0.10 m de profundidad), lo que representa **110.82 m^3** en toda el área del proyecto, que representa **132.98 toneladas**.

Tabla 26. Características de las terrazas individuales.

Concepto	Unidad	Resultado
Diámetro de la terraza	Metro	0.7854
Área de la terraza	Metro cuadrado	0.1
Profundidad de la terraza	Metro	0.07854
Volumen de la terraza	Metro cúbico	1283
Superficie a construir terrazas	Hectárea	1.10
Número de terrazas a construir	Terraza	1,411
Volumen a retener total	Metro cúbico	110.82
Volumen a retener total	**Toneladas**	**132.981**

*Es el resultado de **132.981 m^3** multiplicado por el factor de 1.20 (CONAFOR, Manual de obras de conservación de suelos) para su conversión a toneladas.

Tabla 27. Comparativo del incremento de la erosión hídrica con la capacidad de las obras

Erosión hídrica a generar	Capacidad de retención de las terrazas
14.71 Ton	132.98 Ton

De acuerdo con la tabla anterior, las terrazas individuales presentan una capacidad suficiente para retener el incremento de la perdida de suelo por la erosión hídrica motivada por el desmonte.

Barreras de Material Muerto

Con relación a la eficacia para mitigar la erosión de los suelos, al no haber suelo posterior al desmonte, la eficacia es contener los azolves provenientes de la preparación del sitio por la acción del desmonte principalmente. En el Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua se detallaron los cálculos de la eficiencia de cada una de

las obras por separado presentando un resumen del volumen que estarían captando en los niveles de erosión por medida.

La contribución de la disminución de la erosión por parte de esta obra mecánica es incluida dentro del factor (P), sin embargo, por sí misma esta obra en cuanto a volumen de 0.14 m^3 por metro lineal de construcción, si se contempla el realizar 800 metros lineales aguas abajo del sitio del proyecto el volumen en conjunto será de 113.95 m^3, si este volumen lo representamos en toneladas retenidas (multiplicar por el factor de 1.2) representa una capacidad de 136.74 toneladas para retener erosión.

Tabla 28. Diseño de las barreras de material muerto

Predio	Pendiente media	Altura	Espacia-miento	Capacidad de retención (m^3)	Volumen de retención (ton)	Metros de barreras necesarias a construir	Capacidad de retención (ton)
Compensación adicional	29.32	0.4	0.7	0.14	0.17	800	136.74

Tabla 29. Comparativo de la pérdida potencial vs capacidad de las barreras de material muerto.

Erosión a incrementar (ton)	Capacidad de diseño de las barreras de material muerto (ton)	Balance
14.71	136.74	122.03
Capacidad en toneladas superior a la generar		**122.03**

Conclusiones de la capacidad de retención de suelo de las obras de conservación.

Como se observa con los análisis por tipo de actividad a desarrollar durante la restauración del predio de compensación adicional con la ejecución de medidas de mitigación y compensación de la erosión del suelo se logrará una retención de sedimentos mayor a la que se pierde por la ejecución del proyecto de CUSTF, como se muestra en el siguiente resumen:

Tabla 30. Capacidad de retención de suelo de las obras de conservación de suelo y agua a implementar.

Obra de conservación de suelo y agua	Unidades a construir	Volumen	Volumen (Ton)
Terrazas individuales	1,411 terrazas	110.82	132.98
Zanjas de infiltración	25 zanjas	128.00	153.6
Barreras sedimentadoras	800 metros lineales	113.95	136.74
Total		**352.77**	**423.32**

La función en conjunto de estas actividades permite retener en términos reales la erosión en un volumen de **423.32 ton posteriores al desmonte**.

Tabla 31. Comparativo de la erosión a generar y la capacidad de retención.

Erosión hídrica	Capacidad de retención
14.71 Ton	423.32 Ton

Esta pérdida de erosión de **14.71 toneladas** es menor a la capacidad de retención de las obras propuestas de acuerdo a lo estimado en puntos anteriores. Por lo que las medidas de mitigación retienen el volumen susceptible a el arrastre y pérdida de suelo considerando la erosión a retener por la reforestación de las 1.1 ha como se detalla a continuación.

Tabla 32. Resumen de los valores de erosión acumulada y de la capacidad de retención de suelo de las obras.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Erosión a incrementar Ton	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71
Capacidad retención de las obras Ton	423.32	423.32	423.32	423.32	423.32
Erosión a retener por la reforestación ton	0	14.98	19.59	21.67	23.28
Capacidad de Retención de Erosión	423.32	438.302	442.911	444.99	446.596
Balance ton	408.61	423.592	428.201	430.28	431.886

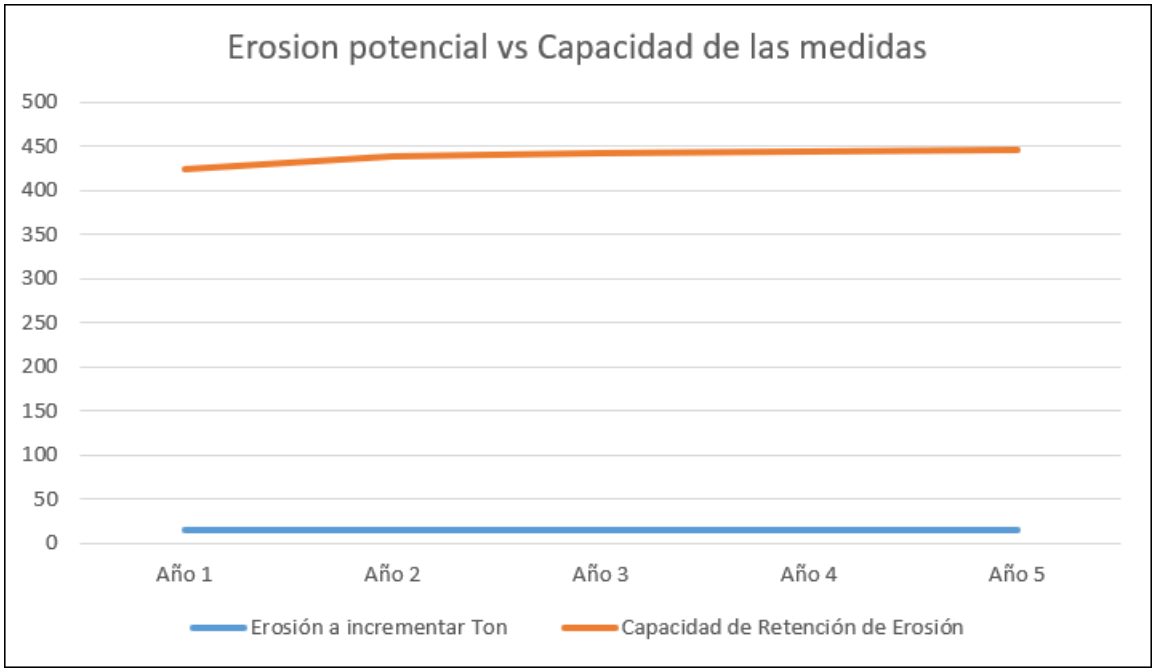


Figura 14. Gráfica comparativa de los valores de retención de las obras vs erosión potencial.

Tabla 33. Escenarios de la erosión hídrica potencial en el área de CUSTF y su la capacidad de retención de las obras.

Escenario 1	Escenario 2		Escenario 3 (con medidas de mitigación)				
Erosión total sin proyecto en el área sujeta al CUSTF (ton/año)	Erosión total con proyecto en el área sujeta al CUSTF (ton/año)	Erosión a mitigar en área sujeta al CUSTF (tons) en 5 años	Capacidad de Retención de las medidas para la erosión en el año	Capacidad de Retención de las medidas para la erosión en el año	Capacidad de Retención de las medidas para la erosión en el año	Capacidad de Retención de las medidas para la erosión en el año	Capacidad de Retención de las medidas para la erosión en el año
			año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
6.51	21.22	14.71	423.32	438.302	442.911	444.99	446.596

Como se puede observar en las tablas anteriores, se tiene una capacidad superior para retener la pérdida de suelo provocada por la ***erosión***, la medida aplicable para su mitigación y reducción a niveles menores a los actuales es la protección del suelo desde el primer año.

De acuerdo con los cálculos obtenidos, durante las diferentes etapas del proyecto no se provocará la erosión o pérdida de los suelos, de acuerdo con la aplicación de las medidas de mitigación antes descritas, como se demuestra en la gráfica y tabla tasa de erosión es menor desde el primer año de la que se tiene actualmente, analizando la tabla donde se compara la erosión en escenario actual entre el predio de compensación y el del predio de CUSTF se tendría una suma de erosión de 30.22 ton/año, una vez ejecutado el desmonte esta se incrementa a 44.93 ton/año, es decir un incremento de 14.71 ton/año, una vez ejecutadas las medidas de mitigación en el predio de compensación la erosión disminuye sucesivamente durante los 5 años analizados, que para el primer año se tendría 29.94 ton/año entre el predio de CUSTF con el desmonte y el predio de compensación, con lo cual se demuestra que desde el primer año con la aplicación de medidas en el predio de compensación es mejor al escenario actual, esto sin considerar obras de conservación de suelo y agua como la zanjas de infiltración a construir en el sitio del proyecto.

Tabla 34. Comparativo de la erosión potencial total en el área del proyecto.

Polígono	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3 Erosión con medidas de mitigación (Ton/año)				
	Actual (Ton/año)	con proyecto (Ton/año)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Área de compensación adicional	23.71	23.71	8.72	4.11	2.04	0.43	0.14
Sitio del proyecto	6.51	21.22	21.22	21.22	21.22	21.22	21.22
Total	**30.22**	**44.93**	**29.94**	**25.33**	**23.26**	**21.65**	**21.36**

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos del modelo de la EUPS.

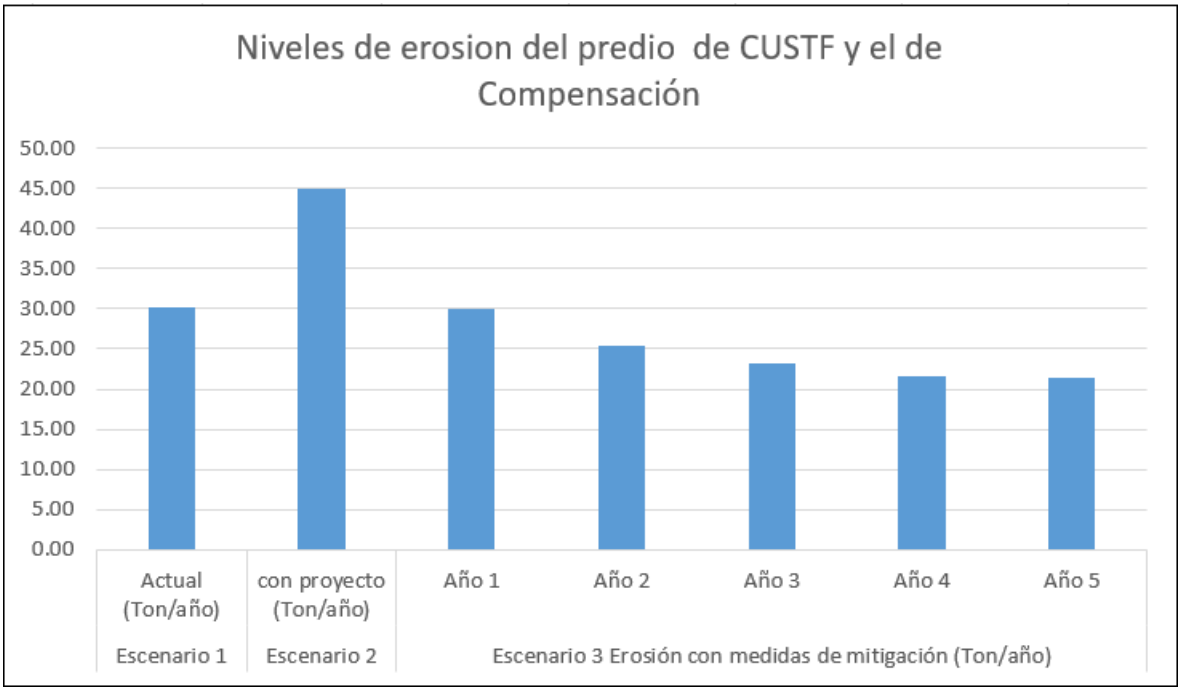


Figura 15. Gráfico comparativo de los niveles de erosión en los diferentes escenarios.

Se concluye que con la ejecución del proyecto, no se provocará la erosión de los suelo, en virtud de que con la aplicación de las medidas de mitigación, se evita la pérdida de suelo durante el desmonte debido a que se han diseñado una serie de medidas como las zanja trinchera, terrazas individuales, barreras de material muerto y la reforestación, disminuyendo la erosión potencial que se tiene actualmente en el área del proyecto, por lo que, el posible incremento en la erosión de los suelos se mitiga, con lo cual se justifica el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Tabla 35. Programa de las Medidas de mitigación de impactos ambientales al suelo.

Impacto	Medidas de mitigación	Etapa		
		PS	C	R
Erosión o pérdida de suelo	Implementación de una serie de obras de conservación de suelo y agua.	■		■
	Ejecución de las actividades de reforestación en el predio de compensación adicional			■
	Control de las escorrentías a través de una serie de medidas como fosas de sedimentación y canales de manejo de escorrentías en el sitio del proyecto	■		
Afectación de la Calidad del suelo	Se implementará un Programa de manejo de residuos sólidos	■	■	
	Los residuos comunes no biodegradables se dispondrán en sitios autorizados, dependiendo de la ubicación de las brigadas de trabajo se establecerán contenedores de 200 lt para la disposición clasificada de residuos orgánicos e inorgánicos sólidos	■	■	
	Se colocarán contenedores metálicos de 200 L, con tapa, para almacenar temporalmente los diferentes tipos de residuos orgánicos e inorgánicos; se ubicarán en el acceso al sitio del proyecto para posteriormente ser trasladados al tiradero municipal.		■	
	Llevar a cabo el mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos en talleres autorizados fuera del proyecto.	■	■	

PS = Preparación del sitio, C = Construcción, R = Restauración

De acuerdo con lo anterior, con la ejecución del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación y compensación, el balance es positivo y la pérdida potencial inicial con la ejecución del desmonte se revierte con la disminución de la erosión con la ejecución y la estricta aplicación de las medidas de mitigación, se reduce el incremento en la erosión de los suelos, con lo cual se justifica el criterio de excepcionalidad indicado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

VI.3 JUSTIFICACIÓN QUE EL DETERIORO EN LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN DE SU CAPTACIÓN SE MITIGUE.

La captura de agua o desempeño hidráulico, así como la calidad de esta, 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 la prolongación del ciclo del agua. En consecuencia, las áreas forestales pueden desempeñar un papel importante en la regulación de los flujos hídricos y en la reducción de la sedimentación[6].

Afectación de la calidad del Agua en el sitio del proyecto

Es importante mencionar que las áreas del proyecto no se ubica sobre cuerpos de agua permanente, si bien el océano pacífico se encuentra 200 metros de punto más cercano del proyecto esta no se verá afectada en la etapa de preparación del sitio, en la etapa del proyecto de construcción y operación las aguas residuales a generar no se descargaran al cuerpo de agua, estas serán conectadas al sistema de colección y manejo de aguas de la localidad de Manzanillo, de acuerdo al oficio número DIR. 458/2007 emitido por la Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo CAPDAM a favor de la empresa Dynamina Desarrollos Sustentables S. A. de C.V. sin embargo, se hace el análisis en cuanto a los parámetros establecidos para determinar la calidad del agua con la ejecución del proyecto hasta la etapa de construcción, es decir hasta el desmonte, misma que no requiere agua para su ejecución, así mismo no se generarán aguas residuales en esta etapa.

De acuerdo con la SEMARNAT[7], la evaluación de la calidad del agua en décadas pasadas se evaluaba la calidad del agua superficial mediante 18 parámetros que establecían el índice de calidad del agua (ICA), sin embargo, en la actualidad se lleva a cabo utilizando sólo tres indicadores para determinar la calidad del agua: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST).

La DBO5 y la DQO se utilizan para indicar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal. Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática.

Tabla 36. Indicadores de la calidad del agua.

Indicador	Afectación con el proyecto
Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5)	El proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción la generación de aguas residuales será de los trabajadores, por lo que se instalarán sanitarios portátiles con su mantenimiento conforme a la norma aplicable y lo que señale el fabricante, en la etapa de operación serán manejadas a través del sistema de drenaje y colectores de Manzanillo, ya se cuenta con la autorización de CAPDAM.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	El proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción la generación de aguas residuales será de los trabajadores, por lo que se instalarán sanitarios

[6] (http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/63/cap3.html)
[7] Compendio de estadísticas ambientales 2010, SNIARN, SEMARNAT; Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México, 1a edición, CNA, México, 2007

Indicador	Afectación con el proyecto
	portátiles con su mantenimiento conforme a la norma aplicable y lo que señale el fabricante, en la etapa de operación serán manejadas a través del sistema de drenaje y colectores de Manzanillo, ya se cuenta con la autorización de CAPDAM.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	En virtud de que los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo, para el caso del proyecto en etapa de preparación del sitio solo se tiene un impacto potencial de afectación de la calidad del agua por efectos de la erosión del suelo, sin embargo, con la ejecución de la obras de zanja trinchera de captación de sedimentos, además de la reforestación de las zonas de jardineras y las áreas verdes en la parte más baja del proyecto se reduce la pérdida potencial de suelo comparado con el que se tiene actualmente, como se demostró en el apartado anterior.

Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa. De acuerdo con lo anterior, se analizan los tres indicadores con la ejecución del proyecto.

De acuerdo con lo anterior y a las características y actividades con la ejecución del proyecto, no existe riesgo de alterar la calidad del agua, asimismo, se realizará protección al suelo para evitar la contaminación por hidrocarburos a la hora de manejar combustibles para operación de maquinaria y equipo, así como la debida separación de residuos sólidos, lo que implicará la reducción al mínimo de contaminación de este tipo.

Afectación en la reducción de la infiltración

Por lo que corresponde a la **captación de agua en la zona**, es posible que con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se reduzca la captación o infiltración, además de una serie de factores que influyen en la determinación de la importancia del servicio y el riesgo de la pérdida de este por la implementación del proyecto.

De acuerdo con el análisis realizado en el presente estudio, en el cual se cuantificó las tasas de infiltración o recargar para el área del proyecto, mediante el uso del cálculo del Balance hidrológico, se obtuvo que en las **0.9308 hectáreas** de terrenos forestales propuestas para cambio de uso de suelo se tendría una disminución potencial en la infiltración de **751 m^3 anualmente.**

Tabla 37. Infiltración obtenida en las diferentes etapas del proyecto.

Infiltración actual m^3/año	Infiltración con el CUSTF m^3/año	Disminución de la Infiltración m^3/año
2,365	1,614	-751

Fuente: concentrado de resultados obtenidos en tablas del apartado IV.3.2 Almacenamiento y retención de agua, capítulo IV

Para mitigar el impacto de pérdida de suelo se ha previsto una serie de acciones que incrementará la infiltración a través de dos acciones puntuales:

1. Zanjas de infiltración aguas abajo del sitio del proyecto, con una capacidad mayor a la pérdida causada por el desmonte, con esta obra que se describe más adelante captará el agua proveniente del sitio del proyecto, logrando la infiltración del 100% del agua que entra al área del proyecto (0.9749 ha); por lo que no se verá afectada la infiltración a causa del CUSTF.

2. Programa de reforestación en el predio de compensación adicional, donde el uso de suelo actual no es forestal por lo que la cobertura se estaría incrementando, con lo cual se estaría mejorando la cobertura del suelo y adicionalmente la captación de sedimentos y agua, que tiene por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión y en la infiltración, las acciones parten de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a ocasionar por el desmonte y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto. Esta acción es la forma de retribuir al medio ambiente los servicios ambientales que nos proporciona de forma adicional a la infiltración de la zanja por lo que los volúmenes a captar por esta obra serán adicionales a los que existen actualmente.
3. Adicional y en conjunto con la reforestación se pretende la construcción de 1,411 terrazas individuales en las 1.1 ha de reforestación en el predio de compensación adicional, como medida de captación del agua, promoviendo la infiltración y la captación de sedimentos; con lo cual se revierte el impacto a generar en el sitio de CUSTF por el desmonte.
4. Barreras de material muerto en el predio de compensación adicional, en específico aguas abajo se llevará acabo la reforestación, con esta obra que se describe en el programa anexo captarán los escurrimientos del agua proveniente de la parte alta, logrando un aumento en la infiltración; por lo que es una medida de mitigación que coadyubará en infiltración a causa del CUSTF.

1) Construcción de zanja trinchera (infiltración)

Escurrimientos de agua superficial existentes (escenario actual) dentro del proyecto propuesto se producen predominantemente sobre una base estacional. La mayoría de escorrentía se produce durante los períodos de lluvia entre verano/otoño. En el ámbito local los escurrimientos actualmente fluyen por tierra superficial al océano pacífico. A medida que se ejecute el proyecto en etapa de preparación del sitio se contempla la construcción de zanjas trinchera, mismas que serán en la parte baja. Estos estanques recogerán las aguas superficiales de los eventos de precipitación. Proporcionan a las funciones:

1) Control de la erosión. Retardan el flujo de agua a medida que se mueve a través del sitio del proyecto;
2) Control de sedimentos. El sedimento se recoge en las tinas o zanjas, permitiendo que el agua limpia salga del sitio del proyecto sin ningún contaminante;

Los ángulos de las zanjas asimilarán la topografía existente para estimular el flujo del exceso de agua a las zonas bajas, filtrando el agua excedente en las condiciones existentes. Como medida de mitigación del impacto ambiental por la reducción de la infiltración hacia el recurso ambiental agua, se ha diseñado la construcción de “zanjas trincheras” aguas abajo del proyecto. Las zanjas de infiltración tendrán las siguientes funciones:

- Reducir la erosión hídrica.
- Interceptar los escurrimientos superficiales.
- Incrementar la infiltración del agua de lluvia.

Estas obras son las que se describieron en el punto del análisis de la erosión de suelo, las “zanjas trinchera” son obras de conservación de suelo y agua, por lo que cumplen dos propósitos generales, por un lado, la disminución de la erosión del suelo como se describió en el punto de erosión y en el aumento de la infiltración, para lo cual se hace el siguiente análisis de dicha obra con respecto al agua dentro del sitio del proyecto.

Escurrimientos de agua superficial existentes (escenario actual) dentro sitio de ejecución del proyecto se producen predominantemente sobre una base estacional. La mayoría de escorrentía se produce durante los períodos de lluvia entre verano/otoño. En el ámbito local los escurrimientos actualmente fluyen por tierra superficial hacia al océano pacífico.

Las zanjas trincheras o de infiltración funcionan como estanques que recogerán las aguas superficiales de los eventos de precipitación. Proporcionan a las funciones:

- Control de la erosión. Retardan el flujo de agua a medida que se mueve a través del sitio del proyecto;
- Control de sedimentos. El sedimento se depositará en el fondo de la zanja trinchera, permitiendo que el agua limpia salga del sitio del proyecto sin ningún contaminante;

Como medida de mitigación del impacto ambiental por la reducción de la infiltración hacia el recurso ambiental agua, se ha diseñado la construcción de "zanjas de infiltración" en la zona baja actual, hacia la parte sur y oeste del proyecto, estas obras darán una infiltración adicional con lo que se compensará la infiltración perdida por el CUSTF, estas obras tienen por objeto aumentar la infiltración y la retención de suelo dentro del área del proyecto con lo cual se logrará compensar este impacto dentro del sitio del proyecto.

En el diseño de esta obra ya fue descrita en el punto del análisis de la erosión por lo que en este punto únicamente se hará en análisis con respecto a la infiltración a generar a causa de dichas obras.

La zanja de infiltración tendrá una **capacidad de infiltración será de 1,096.20 m^3**, para la determinación de este dato se realizó un análisis considerando la tasa de infiltración por grupo hidrológico, considerando un suelo A.

Tabla 38. Tasa de infiltración de acuerdo al grupo hidrológico del suelo

GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO	TASA DE INFILTRACIÓN (CM/HORA)	TEXTURA DEL SUELO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS
A	4.14	Gravas limosas	GM - grava limosa
		Gravas arenosas	SW -, arena fina a gruesa.
		Arenas	SW - Arena bien graduada
A	2.03	Arenas	**SP - Arena pobremente graduada**
		Arena-arcillosa	
		Arcillosa-arenosa	
B	1.14		SM - arenas limosas, arenas arenosas de gravosa
B	0.76	Franco, franco limosa	MH - limos micáceos, limos diatomáceos, cenizas volcánicas
C	0.51	Franco arcilloso-arenoso	ML - limos, arenas muy finas, arenas finas limosas o arcillosas
D	0.15	Franco arenoso	GC - gravas arcillosas, gravas arenosas arcillosas
		Franco-arcilla-limosa	SC - arenas arcillosas, arenas arenosas arcillosas
		Arcilla arenosa	CL - arcillas de baja plasticidad, arcillas arenosas o limosas
		Arcillo limosa	OL - limos orgánicos y arcillas de baja plasticidad
		Arcilla	CH - arcillas altamente plásticas y arcillas arenosas
		Limos	OH - limos orgánicos y arcillas de alta plasticidad

Fuente: References: Clapp, R. B., and George M. Hornberger. 1978. Empirical equations for some soil hydraulic properties. Water Resources Research. 14:4:601–604; Moynihan, K., and Vasconcelos, J. 2014. SWMM Modeling of a Rural Watershed in the Lower Coastal Plains of the United States. Journal of Water Management Modeling. C372; Rawls, W.J., D. Gimenez, and R. Grossman. 1998. Use of soil texture, bulk density and slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity Transactions of the ASAE. VOL. 41(4): 983-988; Saxton, K.E., and W. J. Rawls. 2005. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Science Society of America Journal. 70:5:1569-1578.

Esta tasa es consistente con la tasa de infiltración provista para el extremo inferior de los suelos del Grupo B (suelo franco limoso) del suelo hidrológico en el Estándar de prácticas de conservación del Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin: Evaluación del sitio para la infiltración de aguas pluviales.

Tabla No.VI.1 Cálculo de la capacidad de infiltración de la zanja trinchera

Parámetro	Unidad	Cantidad
Altura	m	0.4
Ancho superior	m	8
Largo	m	1
Área de la zanja	**m^2**	**8**
Tasa de infiltración		
Tasa de infiltración [1]	mm/hr	20.3
Infiltración = Área X tasa	m^3/hr/m	0.1624
Longitud de la zanja	m	25
Volumen de infiltración de la zanja	**m^3/hr**	**4.06**
Tiempo de infiltración		
Número de días con lluvia	Días	54
Horas	Horas/día	5
Tiempo de infiltración	**Horas**	**270**
Capacidad del volumen de infiltración	**m^3**	**1,096.20**

Nota: 1) Número de días lluvias se obtuvo de la normal climatológica de la estación meteorológica Manzanillo (6018).

La tasa de infiltración se obtuvo de la tabla “Tasa de infiltración de acuerdo con el grupo hidrológico del suelo” considerando el tipo de suelo y textura

Tabla 39. Comparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración zanjas de infiltración.

Disminución de la infiltración (m^3/Año)	Capacidad De Diseño De Las Zanjas de infiltración (m^3/Año)
751	1,096.20

Con la capacidad de la zanja de infiltración diseñada se logra incrementar en más del 100% de la disminución de la infiltración a causa del proyecto, y muy cerca de retener el 100% del escurrimiento, con lo cual se mitiga este impacto dentro del sitio del proyecto.

2) Restauración del predio de compensación adicional

Para compensar la pérdida de la capacidad de infiltración en **751 m^3/año** por la ejecución del proyecto, se identificó las medidas de mitigación a fin de compensar la disminución de la capacidad de infiltración, mediante la **reforestación y construcción de obras de conservación de suelos en el predio de compensación adicional en una superficie de 1.1 ha.**

Con base a los trabajos de reforestación en las **1.1 hectáreas en el predio de compensación donde actualmente no tiene una cobertura forestal con baja densidad, que se pretende mejorar, considerando la construcción de terrazas individuales como obra de retención de suelo y agua**, se realizó el análisis de balance hidrológico, por lo que se consideró la modificación de la cobertura del suelo en un lapso de **6 años** de análisis sobre el área de la reforestación considerando el crecimiento anual de la vegetación y en consecuencia de la cobertura vegetal de manera gradual por año, utilizando los valores ponderados en la tabla para determinar el factor K de acuerdo a la condición estimada de la cobertura del suelo para un bosque o selva, considerando el suelo B (Re+I/1), el factor K fue interpolado conforme a la siguiente tabla y los valores K de la tabla obtenidos de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015

Tabla 40. Factor K interpolada del suelo tipo B para la cobertura del suelo.

Cobertura de suelo	Factor K
0	0.28
10	0.268
20	0.256
30	0.244
40	0.232
50	0.22
60	0.208
70	0.196
80	0.184
90	0.172
100	0.16

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015.

Conforme al crecimiento de la vegetación se considerarán los siguientes valores de K y la cobertura del suelo para el predio de compensación.

Tabla 41. Factor K considerado un suelo tipo B para la cobertura del suelo.

Año	Cobertura área de reforestación del predio de compensación	Factor K del área de reforestación del predio de compensación
1	20	0.256
2	30	0.244
3	40	0.232
4	50	0.22
5	60	0.208
6	80	0.184

Para determinar la infiltración del área del proyecto, que para este caso es considerando la restauración del predio de compensación adicional, sumando un área de 1.1 con las medidas de restauración se volvieron a modificar las variables de Intercepción, Evapotranspiración y escurrimiento, que serían las variables que se modifican de la ecuación (**Infiltración = P – (Int + Ev + E))**, como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 42. Intercepción de la vegetación escenario de restauración año 1 al 6.

Año	Polígono	Actividad	Área (ha)	Agua Precipitada (m3)	Cobertura o densidad % de la copa de árboles	Agua captada por la cobertura (m^3)	Coeficiente de intercepción	Intercepción (m^3)
Año 1 (inicio de actividades)	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	20	2,058	0.05	103
Año 2	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	30	3,087	0.05	154
Año 3	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	40	4,116	0.05	206
Año 4	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	50	5,145	0.05	257
Año 5	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	60	6,174	0.05	309
Año 6	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	80	8,232	0.05	412

Para la Evapotranspiración se consideró lo determinado por la fórmula propuesta por Turc modificada por Cruz-Falcón (2007)[8], misma que ya se detalló anteriormente.

Tabla 43. Evapotranspiración escenario de restauración año 1 al 6.

Año	Evapotranspiración real (mm)	Área (ha)	Evapotranspiración anual (m^3)
Año 1 (inicio de actividades)	610.11	1.10	6,711.19
Año 2	610.11	1.10	6,711.19
Año 3	610.11	1.10	6,711.19
Año 4	610.11	1.10	6,711.19
Año 5	610.11	1.10	6,711.19
Año 6	610.11	1.10	6,711.19

Fuente: Elaborado a partir de los datos de la estación meteorológica de referencia.

[8]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.

Tabla 44. Escurrimiento en el escenario de restauración año 1 al 6.

Año	Polígono	Acción por ejecutar	Área (ha)	Agua Precipitada (m^3)	Cobertura de la vegetación	Factor K Suelo B	FACTOR C	Escurrimiento (m^3)
Año 1 (inicio de actividades)	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	20	0.256	0.158	1,630
Año 2	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	30	0.244	0.146	1,505
Año 3	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	40	0.232	0.134	1,381
Año 4	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	50	0.22	0.122	1,256
Año 5	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	60	0.208	0.110	1,131
Año 6	Restauración del predio de compensación	Reforestación + Obras de conservación de suelo y agua	1.1	10,289	80	0.184	0.086	882

Una vez modificados y calculados los parámetros para los 6 escenarios (años), se realizó el balance hidrológico para cada año utilizando la ecuación Infiltración (Inf): **Inf = P – (Int + Ev + E),** obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 45. Balance hidrológico de la reforestación año 1 al 6.

Año	Área en Ha	Precipitación	Intercepción (m3)	Evapotranspiración total (m3)	Escurrimiento (m3)	Infiltración (m3)
1	1.10	10,289.40	102.89	6,711.19	1,629.82	1,845.49
2	1.10	10,289.40	154.34	6,711.19	1,505.19	1,918.67
3	1.10	10,289.40	205.79	6,711.19	1,380.56	1,991.86
4	1.10	10,289.40	257.24	6,711.19	1,255.93	2,065.04
5	1.10	10,289.40	308.68	6,711.19	1,131.30	2,138.22
6	1.10	10,289.40	411.58	6,711.19	882.04	2,284.59

Fuente: Elaborado a partir de los datos obtenidos de la metodología para el cálculo del volumen de infiltración.

Una vez obtenida la infiltración en el área de restauración (1.1 ha del predio de compensación) durante un proceso de seis años, es necesario realizar un comparativo de estos cálculos con la pérdida de infiltración por la ejecución del proyecto sin las medidas de mitigación. En la tabla siguiente se realiza el comparativo de la infiltración en los tres escenarios (actual, con cambio de uso de suelo y con medidas de mitigación), para lo cual se considera el año 1 como el año en que se realiza el CUSTF y es la línea base del volumen de infiltración a recuperar y el año 2 sería el primer año de la reforestación como medida de enriquecimiento y aumento de la masa forestal y copa de los árboles mitigación.

Tabla 46. Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.

Año	Infiltración actual m^3/año	Infiltración con el desmonte m^3/año	Infiltración con Restauración m^3/año	Saldo m^3/año
0	2,365	1,614		-751
1			1,845	0
2			1,919	73
3			1,992	146
4			2,065	220
5			2,138	293
6			2,285	439

Tabla No.VI.2 Comparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración reforestación.

Disminución de la infiltración (m^3/Año)	Infiltración por la reforestación del predio de compensación (m^3/Año)
751	439

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 751 m^3/año**, sin embargo, con la medida de mitigación a través de la reforestación del predio de compensación adicional en el año 6 la infiltración perdida se recupera **(incremento de 439 m^3/año)**.

3) Habilitación de Terrazas Individuales como medida de mitigación para recuperar los niveles de infiltración

Las Terrazas individuales, tiene como característica importante la mayor captación de agua para el desarrollo de la planta y retener volumen para propiciar una mayor infiltración al retener el agua, además de cumplir con el objetivo de retener los escurrimientos durante un evento de precipitación evitando el arrastre de suelo durante las primeras precipitaciones, cuando el suelo aún no cuenta con una cobertura vegetal, por esta razón se ha planteado su uso a una distribución irregular dentro de la restauración del polígono adicional.

En la zona del proyecto, se tiene un nivel de precipitación anual de **935.4 mm**, con una distribución a lo largo del año que nos indica que existen niveles de precipitación mayores del mes de julio a noviembre (5 meses) y 7 meses de bajas precipitación; y si consideramos que la ejecución del desmonte no se tiene la certeza si coincide con el temporal de lluvias (julio-noviembre), la apertura de las terrazas individuales seguramente cumplirá con los objetivos planteados.

Para efectos de contribuir a la recuperación de los niveles de infiltración en el área de CUSTF se hace el cálculo del potencial volumen infiltrado por las terrazas individuales, considerando la capacidad volumétrica de la terraza y los datos del porcentaje de infiltración del balance hidrológico calculado para el año 1, como se detalla en las tablas siguientes:

Tabla 47. Numero de terrazas individuales a construir

Polígono	Densidad De Terrazas/Ha	Área Donde Se Construirá (Ha)	Terrazas A Construir
Área de compensación adicional	1283	1.1	1,411

Tabla No.VI.3. Dimensiones de las terrazas individuales.

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
Diámetro de la terraza	Metro	1
Área de la terraza	Metro cuadrado	0.7854
Profundidad de la terraza	Metro	1
Volumen de la terraza	Metro cúbico	0.0785
Superficie a construir terrazas	Hectárea	1.1
Número de terrazas a construir	Terraza	1,411
Capacidad total de las terrazas	**Metro cúbico**	**110.82**

Con base en al grupo hidrológico del suelo categoría B para el predio de compensación adicional presenta un valor de infiltración de 20.3 mm/hr, considerando el área de cada terraza en metros cuadrados y el número de terrazas a construir la capacidad de infiltración de las terrazas se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 48. Cálculo de la capacidad de infiltración de las terrazas individuales.

Parámetro	Unidad	Cantidad
Dimensiones de la terraza individual		
Altura	m	0.1
Diámetro	m	1
Área de la terraza individual	**m^2**	**0.7854**
Parámetros hidrológicos del suelo (B)		
Tasa de infiltración		
Tasa de infiltración [1]	mm/hr	20.3
Infiltración = Área X tasa	m^3/hr/m	0.0159
Número de terrazas individuales	Terraza individual	1,411
Volumen de infiltración por las terrazas	**m^3/hr**	**22.50**
Tiempo de infiltración		
Número de días	Días	54
Horas	Horas/día	1
Tiempo de infiltración	**Horas**	54
Capacidad del volumen de infiltración	**m^3**	**1,214.81**

Nota: 1) Número de días lluvias se obtuvo de la normal climatológica de la estación meteorológica Manzanillo (6018).
2) La tasa de infiltración se obtuvo de la tabla "Tasa de infiltración de acuerdo al grupo hidrológico del suelo" considerando el tipo de suelo y textura

Tabla 49. Comparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración terrazas individuales.

Disminución de la infiltración (m^3/Año)	Capacidad De Diseño De Las terrazas ndividuales (m^3/Año)
751	1,214.81

De acuerdo con los resultados obtenidos con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, las terrazas contribuyen a que los niveles de infiltración se recuperan al año 1 de la reforestación y la pérdida

acumulada se recupera al primer año como se observa en la tabla siguiente. Con ello, el beneficio es adelantar la recuperación de los niveles de infiltración con relación a la estimación realizada con la pura reforestación como medida de mitigación de la pérdida de los niveles de infiltración, por lo que es importante la contribución de las terrazas individuales y las zanjas de infiltración en los primeros años del proyecto.

Tabla. Balance 1 y final, y pérdida acumulada con las terrazas individuales y las zanjas trincheras.

Año	Infiltración actual m^3/año	Infiltración con el desmonte m^3/año	Infiltración con Reforestación m^3/año	Balance m^3/año*	Volumen infiltrado por las terrazas m^3/año	Volumen infiltrado por las zanjas trincheras m^3/año	Balance final m^3/año*	saldo acumulado m^3
0	2,365.00	1,614.00		-751.00			-751.00	-751
1		**-751.00**	**1,845.49**	**0.00**	**1,214.81**	**1,096.20**	**1,560.01**	**809**
2		-751.00	1,918.67	73.18	1,214.81	1,096.20	1,633.19	2,442
3		-751.00	1,991.86	146.36	1,214.81	1,096.20	1,706.37	4,149
4		-751.00	2,065.04	219.55	1,214.81	1,096.20	1,779.56	5,928
5		-751.00	2,138.22	292.73	1,214.81	1,096.20	1,852.74	7,781
6		-751.00	2,284.59	439.09	1,214.81	1,096.20	1,999.10	9,780

De acuerdo a los cálculos anteriores, con la reforestación más las terrazas individuales y zanjas de infiltración la pérdida de la infiltración acumulada, se **recupera desde el primer año** de los trabajos de reforestación del predio adicional, construcción de terrazas individuales y la zanja trinchera en la zona baja del proyecto.

Conclusiones

De acuerdo a lo descrito anteriormente y en los capítulos anteriores del presente Documento Técnico Unificado, se concluye que, durante el proceso de ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales, no se generarán aguas residuales en etapa de preparación del sitio, en las etapas siguientes se conectará a la red de aguas y drenajes municipales, con lo cual se les dará el manejo adecuado que pudieran afectar la calidad del agua y posterior a la remoción de la vegetación y una vez establecido el nuevo uso no se afectará la calidad del agua.

De igual manera, con la finalidad de justificar que no se afectará la captación de agua o infiltración con la ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales en una superficie de **0.9308 hectáreas**, se estimó la capacidad de infiltración actual en el área del proyecto, mediante la ecuación del balance hidrológico y los datos de la estación meteorológica más cercana, obteniéndose que actualmente se infiltran **2,365** metros cúbicos anualmente.

De igual manera se estimó la capacidad de infiltración una vez realizada la remoción de la vegetación en las **0.9308** hectáreas forestales (Ver Cap. IV del DTU) con la misma metodología del balance hidrológico, con la modificación de las variables de Intercepción, Evapotranspiración y escurrimiento, obteniendo como resultado una capacidad de infiltración de **1,614** metros cúbicos anuales.

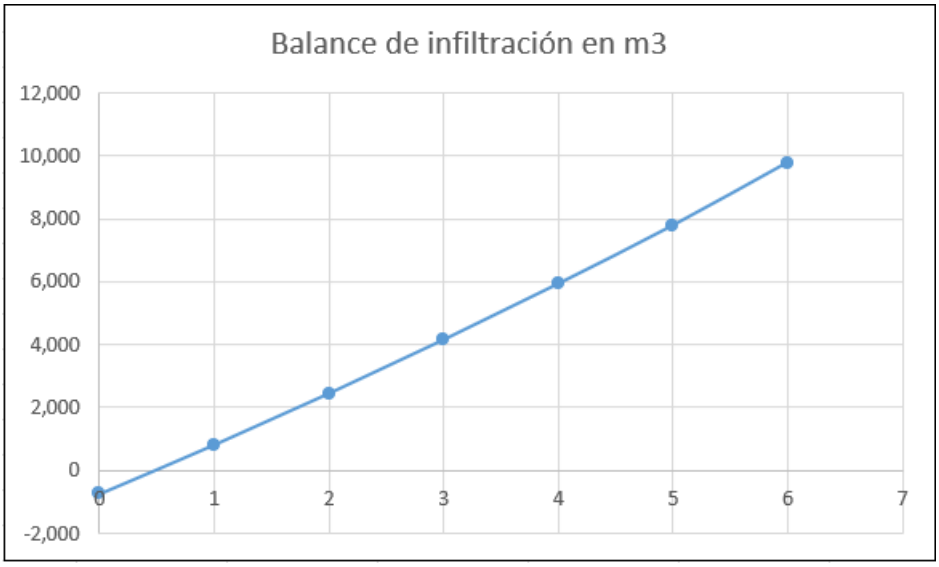


Figura 16. Balance infiltrado por la restauración más las obras de conservación de suelo y agua por año.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se puede concluir que con el cambio de uso de suelo forestal en las **0.9308 ha**, más las medidas de mitigación y restauración, la posible afectación a los recursos hidrológicos es mitigable y se demuestra que con la implementación de las terrazas individuales incrementarán la infiltración como medida mitigación y las zanjas trinchera dentro del área del proyecto, no se afecta la calidad del agua ni tampoco se disminuye la capacidad de infiltración del área, por lo que se cumple con uno de los preceptos de lo señalado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento en vigor.



Figura 17. Gráfica del comportamiento de la capacidad de infiltración de las medidas a implementar.

En la siguiente tabla se presenta la medida de mitigación por impacto ambiental y la etapa de ejecución dentro del proyecto.

Tabla 50. Medidas de mitigación de impactos ambientales al componente agua.

Impacto	Medidas de mitigación	Etapa		
		PS	C	R
Afectación de la Calidad del agua	Se llevará a cabo un control de escorrentías a través zanja trinchera en el sitio del proyecto	■	■	
	Se dará mantenimiento a equipos o vehículos, igualmente se deberá llevarse a cabo el mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos en talleres autorizados fuera del proyecto.	■	■	
	Se implementará un Programa de manejo de residuos sólidos y residuos de manejo especial, que incluye capacitación a los trabajadores.	■	■	
	Se colocarán sanitarios portátiles para los trabajadores cercanos al sitio de trabajo	■	■	
Afectación en la infiltración	Restauración del predio de compensación adicional (Reforestación + terraza individual)			■
	Construcción de 25 zanja trinchera para mitigar la infiltración en la zona baja del proyecto	■	■	

Para mantener la calidad del agua dentro de los parámetros actuales en el área de cambio de uso del suelo se plantean una serie de medidas de prevención a realizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción:

- Uso de sanitarios portátiles conforme a las especificaciones que señale la normatividad vigente.
- Realización de mantenimiento preventivo y /o correctivo de equipo y maquinaria fuera del sitio del proyecto.
- Manejo de residuos sólidos urbanos a través de depósitos ubicados estratégicamente a lo largo del proyecto, debiendo realizar la separación por tipo de material.
- Manejo adecuado de residuos de manejo especial (restos vegetales, materiales de construcción, recortes de madera, etc.) conforme lo que especifique la normatividad aplicable tanto en su recolección, manejo y disposición.

Con base en las consideraciones arriba expresadas, se concluye que se encuentra acreditada la tercera hipótesis que prevé el Artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; en cuanto a que se demuestra técnicamente que, con el desarrollo del proyecto en cuestión, no se provocará el deterioro de la calidad del agua, ni la disminución de su captación.

VI.4 JUSTIFICACIÓN QUE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO SE MITIGUE

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por el congreso en diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la CMNUCC fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994 (CONAFOR, 2020[9]).

Desde entonces, México ha logrado hitos que reflejan su compromiso de mitigación y adaptación al cambio climático. Uno de esos hitos fue la presentación de la Contribución determinada a Nivel Nacional (NDC), suscrita por México en 2015 como parte del Acuerdo de París. Las metas de la NDC han sido incorporadas a la Ley General de Cambio Climático, lo demuestra el compromiso del país por continuar con los esfuerzos para mitigar los impactos del cambio climático (CONAFOR, 2020).

La NDC de México reconoce que el sector forestal es clave para la consecución de las metas, tanto de mitigación como de adaptación, a las que el país se comprometió. Las metas específicas de mitigación de la NDC para el sector forestal reflejan el nivel de importancia que tiene la reducción de la deforestación bruta y el papel del manejo forestal comunitario en la mitigación del cambio climático.

México fue uno de los primeros países en desarrollar un marco legal sobre cambio climático. En 2012, el gobierno mexicano aprobó la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que es el instrumento jurídico general para coordinar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en los tres órdenes de gobierno. Esta ley tiene como objeto explícito regular las emisiones de GEI para que México contribuya al objetivo de la CMNUCC previsto en su artículo 2º.

En 2018 se realizaron importantes modificaciones a la LGCC con la finalidad de establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, adecuando la terminología, componentes, metas y compromisos con motivo de la entrada en vigor de dicho acuerdo. De manera consistente con la NDC mexicana, la LGCC estipula que el país se compromete a reducir de manera no condicionada el 22% de sus emisiones de GEI y el 51% sus emisiones de carbono negro al año 2030 con respecto a la línea base.

Tanto la NDC como la LGCC reconocen que el sector forestal es uno de los sectores clave para lograr las metas de mitigación a nivel nacional. Del compromiso total de mitigación no condicionado, el sector forestal contribuirá con casi el 22% de la meta al año 2030. Este porcentaje ubica al sector forestal como el tercer contribuyente a los objetivos de mitigación, sólo después de los sectores de generación de energía eléctrica y del transporte.

Los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro tipo de uso de la tierra y sus suelos -que contienen cerca del 40 por ciento del total del carbono- son de importancia primaria cuando se considera el manejo de los bosques.

[9] Comisión Nacional Forestal. 2020. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales de México (2007-2016). CONAFOR. Zapopan. Jalisco

VI.4.1 METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato (por ejemplo, un uso de la tierra) se estiman sumando los cambios de todos los depósitos, como se muestra en la Ecuación siguiente de las Directrices del IPCC (2006).

Por lo general, en los bosques naturales el carbono del suelo está en equilibrio, pero tan pronto como ocurre la deforestación -o la reforestación-, ese equilibrio es afectado. Actualmente, se estima que cada año son deforestadas entre 15 y 17 millones de hectáreas, sobre todo en los trópicos (FAO, 1993) y que muy a menudo parte del carbono orgánico se pierde dando lugar a una considerable emisión de CO2. Por lo tanto, donde la deforestación no puede ser detenida, es necesario un manejo correcto para minimizar las pérdidas de carbono. La reforestación, sobre todo en los suelos degradados con bajo contenido de materia orgánica, será una forma importante de secuestro de carbono a largo plazo, tanto en la biomasa como en el suelo.

En línea con lo anterior y teniendo en cuenta las necesidades de poder apreciar mejor las repercusiones ambientales a la hora de adaptar o implementar un proyecto o política, para evaluar el efecto sobre los GEI, se hace pertinente la selección apropiada de herramientas simples, con credibilidad, económicas y que brinden soluciones precisas y eficaces. Según los avances metodológicos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se han desarrollado en los últimos años numerosas herramientas para cuantificar el balance de GEI para actividades agrícolas, ganaderas y forestales, entre ellas proponen el uso de calculadoras, protocolos, guías de buenas prácticas y modelos donde una de las herramientas más usadas son las calculadoras, es decir, programas basados en cálculos online, en MS Excel® u otros formatos digitales (Colomb & Cols, 2012).

Una de estas herramientas tenemos a Ex-Act (https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act/en/), herramienta de Balance de Carbono, desarrollada por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), que proporciona estimaciones para el balance de carbono neto, tanto de los usos y cambios del uso del suelo, como de actividades o hasta proyectos de inversión o escenarios políticos, entre muchos otros contextos. Está basado en el terreno de contabilización, el cual mide las existencias de C, los cambios en las existencias por unidad de terreno, las emisiones de CH4 y N2O expresadas en Ton CO2eq por hectárea y por año. Por lo tanto, Ex–Act muestra si el proyecto es capaz de suministrar servicios ambientales con la captura de carbono, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático (CC), y con ello se puede analizar factores económicos que permitan la toma de decisiones y la evaluación de programas de nueva inversión, asegurando un método apropiado disponible para inversores, oficiales de planificación, diseñadores de proyectos y los tomadores de decisiones de los sectores agrícolas y forestales en países en desarrollo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO])

Es decir, esta herramienta permite entre otras cosas:

- La evaluación de proyectos no enfocado a los mercados de carbono, es decir, donde las estimaciones no están encaminadas a generar mecanismos de compensación ambiental para contrarrestar penalizaciones ambientales debido a las emisiones de gases efecto invernadero generadas por la industria.
- Permite acoplar en su proceso de cálculo actividades tales como: cultivos templados, cultivos tropicales, arroz, praderas, producción lechera, otros animales, producción agroforestal, producción perenne,

horticultura, bosques, CH4 derivado de deyecciones, emisiones de N2O edáfico tras aplicación de abonos minerales u orgánicos, infraestructura, CO2 de carburantes fósiles y electricidad (Colomb & Cols, 2012)

- El Banco Mundial se guía de esta herramienta para la **contabilidad de gases de efecto invernadero**, ya que ha sido probada con éxito en proyectos por ejemplo de agricultura, en lugares como Brasil, Rusia, India, China, Níger, Nigeria y Marruecos, además ha cubierto las evaluaciones de proyectos y programas en alrededor de 38 países (World Bank, 2014)
- Permite generar un amplio análisis del alcance de gases de efecto invernadero, es muy flexible en términos de requisitos de coeficientes y datos específicos del sitio, **puede manejar la conversión del uso de la tierra,** los cambios en las prácticas agrícolas y también se pueden utilizar en los análisis financieros y económicos de los proyectos (World Bank, 2014).

Cuando se lleva a cabo un análisis Ex-Ante, se debe tener en cuenta la situación sin proyecto (es decir, la "línea de base") y la situación esperada luego de aplicado el proyecto. Por lo tanto, el balance final de carbono es la comparación entre las emisiones de GEI resultantes después de su aplicación y la línea de base del proyecto (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2010b)). Con base en lo anterior, se deben establecer dos periodos temporales diferentes, uno que corresponde a la fase de implementación (es decir, la fase activa del proyecto que corresponde generalmente con la fase de inversión o de financiación del proyecto), y el otro que corresponde a la fase de capitalización (es decir, un periodo donde los beneficios del proyecto están todavía presentes como consecuencia de las actividades llevadas a cabo durante la fase de implementación) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO])

VI.4.2 CÁLCULO DEL CARBONO ALMACENADO EN EL ÁREA DE CUSTF

Para determinar el contenido de carbono y el carbono equivalente (tCO_2-e) que se presentan en el predio de CUSTF (0.9308 ha) se utilizó la herramienta Ex-Act, la cual se le definió los parámetros iniciales del proyecto, como ubicación, ecorregión, clima y tipo de suelo; se anexa memoria de cálculo (EX-ACT_V9.4.2_La_Cima.xlsb) con el modelo utilizado desarrollado por la FAO y que fue descrito previamente.

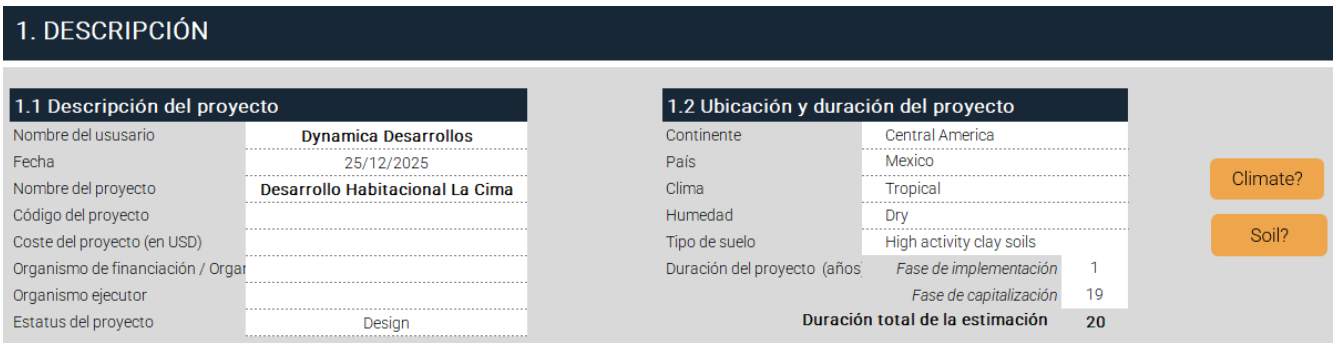


Figura 18. Parámetros iniciales del proyecto en Ex - Act

El modelo de estimación del carbono contenido identifica y realiza las sumas parciales del contenido de carbono en la parte aérea, subterránea, madera muerta, hojarasca y en el suelo, esto como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO}$$

Donde:

ΔCLUi = Existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra
Los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:

AB = biomasa aérea
BB = biomasa subterránea
DW = madera muerta
LI = hojarasca
SO = suelos

Los parámetros que utiliza el sistema Ex – Act son los valores Tier-2 del IPCC 2006, estos son los valores utilizados en la última actualización de las emisiones del sector forestal, los contenidos de carbono (tC/ha) se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 51. Contenido de carbono (tC/ha) para el bosque tropical seco.

Componente	Contenido de carbono en la Selva Baja Caducifolia (Tropical dry forest) (tC/ha)	Contenido de carbono en el predio de CUSTF 0.9308 ha tC
Biomasa aérea	59.9	55.75
Biomasa subterránea	22.7	21.13
Madera muerta	9	8.38
Hojarasca	2.4	2.23
Suelo	21	19.55
Total	**115.0**	**107.04**

En el sistema Ex -Act se introdujo la información del tipo de vegetación que se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de igual manera el uso final de esta superficie (Other land no-vegetated), que en este caso corresponde al **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**, se introduce la superficie a ser deforestada para este caso de la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, que para el proyecto corresponde a 0.9308 ha.



Tipo de vegetación que será deforestada	?	PMR (tDM/ha)	Uso de fuego (si/no)	Uso del suelo final Después de la deforestación: Tipo de usos de la tierra	Uso del suelo final Después de la deforestación: Sistema Agroforestal	Área boscosa (ha): Inicio	Área boscosa (ha): Sin	*	Área boscosa (ha): Con	*	Área deforestada (ha): Sin	Área deforestada (ha): Con	Emisiones totales (tCO2-e): Sin	Emisiones totales (tCO2-e): Con	Balance
Tropical dry forest		0	NO	Other land (non-vegetated)	Please select	1	1	I	0	D	0	0.9308	0	321	321 ▲
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
Please select		0	NO	Please select	Please select	0	0	D	0	D	0	0	0	0	0
											Deforestación total		0	321	321 ▲

Ilustración No.VI.1. Cálculo de emisiones de tCO_2-e en el predio de CUSTF

De acuerdo con el resultado el CO_2 equivalente a ser emitido por la ejecución del proyecto corresponde a **321 tCO_2-e**, por las **0.9308 ha**, misma que será nuestro meta por compensar con el proyecto en el predio de compensación adicional y las medidas establecidas para el proyecto.

VI.4.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL CARBONO

Absorción de carbono es el "secuestro de carbono" es el proceso de aumento del contenido en carbono de un depósito que no sea la atmósfera. Desde un enfoque biológico incluye el secuestro directo de dióxido de carbono de la atmósfera, mediante un cambio en el uso de las tierras, forestación, reforestación y otras prácticas que mejoran el carbono en los suelos agrícolas.

La medida ambiental considerada para mitigar y conservar los niveles de carbono contenido en las áreas forestales a ser desmontada consiste en la restauración del predio de compensación adicional, se consideró la distribución de superficies y las acciones particulares a llevar a cabo en cada una de ellas que se señalan en la tabla siguiente:

Tabla. Medida para conservar el carbono en el ecosistema.

Polígono	Acción o actividad	Área (ha)
Predio de compensación adicional	Reforestación de áreas de pastizales degradados con el mejoramiento de la condición y la densidad de la vegetación	1.1

El mismo sistema cuenta con el sub-modulo de forestación y/o reforestación, en el cual se establece la meta y objetivo de la superficie y ecosistema a reforestar, iniciando de una condición inicial de un terreno degradado (1.1 ha), siendo esta medida como acción complementaria y con ello compensar las emisiones.



Figura 19. Balance del carbono en el ecosistema

Bajo los escenarios de emisión, captura y el balance del carbono en el ecosistema con el impacto a ocasionar y las medidas a realizar se plantearon los siguientes objetivos

- Plantear el escenario de un proyecto en el cual se aumenta la superficie forestal mediante la reforestación de un predio de compensación adicional.
- Utilizar la herramienta realiza el balance de carbono desarrollada por la FAO con el proyecto propuesto de reforestación.
- Para la compensación de la pérdida del almacenamiento de carbono se requiere una superficie de 1.1 ha con una plantación de dentro del predio que pertenece a la promovente (Dynamica Desarrollos Sustentables) en el Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional, mismo que se encuentra en los anexos de este DTU.

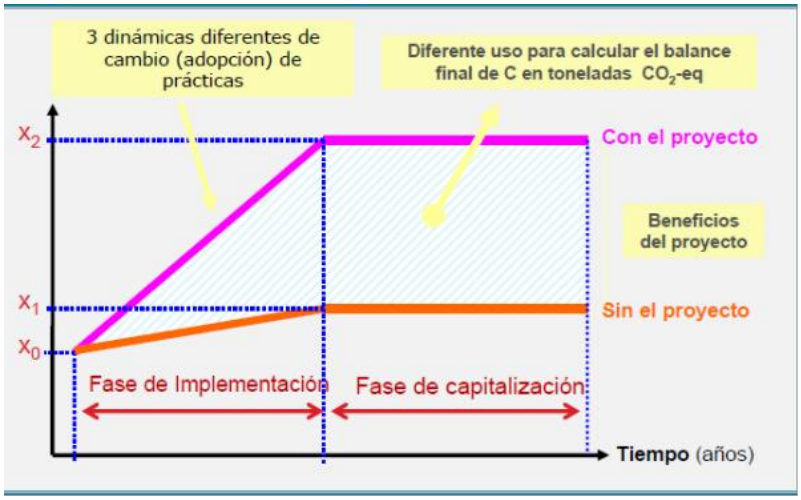


Figura 20. Esquema de implementación del proyecto en el sistema Ex -Act

Para el proyecto de compensación del contenido de carbono se plantea un período de 20 años (por la naturaleza y compromiso del promovente con el proyecto) dado que la reforestación necesita un tiempo para su desarrollo, crecimiento de la madera y la fijación del carbono de forma aérea y subterránea.

2.2 AFORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN — Si dispone de datos especificos del país, vaya al Tier 2: Tier 2

Uso del suelo final	Uso de fuego (si/no)	Uso del suelo inicial	Sistema agroforestal inicial	Área reforestada (ha) Sin	*	Con	*	Emisiones totales (tCO2-e) Sin	Con	Balance
Planted Tropical dry forest	NO	Degraded land	Please select	0	D	1	D	0	-333	-333 ▼
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
Please select	NO	Please select	Please select	0	D	0	D	0	0	0
				Área total af/reforestada (ha)				0	-333	-333 ▼

Figura 21. Modelo de reforestación y la captura de carbono por la reforestación.

Como parámetro inicial se introduce el ecosistema a desarrollar, el cual es un ecosistema de plantación de un terreno degradado a través de la reforestación proveniente de la producción de especies nativas, la condición inicial corresponde a un terreno no forestal donde se ha llevado actividades antropogénicas de manera continua como la ganadería extensiva en el sitio del proyecto, el sitio a reforestar es el predio de compensación adicional la cual es de 1.1 ha, misma que ya fue delimitada y descrita en el programa de reforestación del predio de compensación adicional.

Como se observa en la tabla siguiente el incremento en carbono tC a consecuencia de la medida de reforestación del predio de compensación es **333 tC,** que de acuerdo con la emisión es suficiente para compensar la emisión de 321 tC.

Para el cálculo del CO_2 u otros gases efecto invernadero estimados para el proyecto **"Desarrollo Habitación La Cima"** se realizó con la metodología desarrollada por la fao y denominado Ex – act, (https://www.fao.org/in-action/epic/ex-act-tool/suite-of-tools/ex-act/en) el cual es un modelo en Excel dentro del cual se establece los parámetros de ubicación, suelo, clima, vegetación; en el cual se estiman los procesos de ejecución del desmonte que conlleva el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, generando en primer punto la estimación del contenido actual (E1) de tC (toneladas de carbono) que se encuentra almacenado en los recursos forestales para el área de CUSTF; el segundo escenario (E2) generado por el CUSTF siendo este la estimación de las emisiones

que conllevará la deforestación o desmonte; para finalmente generar el tercer escenario (E3) corresponde al carbono a capturar a consecuencia de las medidas de mitigación y compensación a ejecutar, se presenta la tabla donde se resumen de los tres escenarios E1, E2 y E3 para el proyecto.

Tabla 52. Contenido de carbono equivalente en los tres escenarios.

Balance de tCO_2e				
Escenario actual E1	**Escenario con CUSTF E2**	**Emisión de t CO2 equivalente**	**Escenario con proyecto más medidas E3**	**Balance global**
392.68	71.68	321.00	404.68	-12.00

El software utiliza el carbono equivalente, lo cual utiliza el dióxido de carbono equivalente (tCO_2 Eq) el cual es multiplicar el carbono contenido por el factor 3.67 por lo que la siguiente tabla contine el CO_2 Eq.

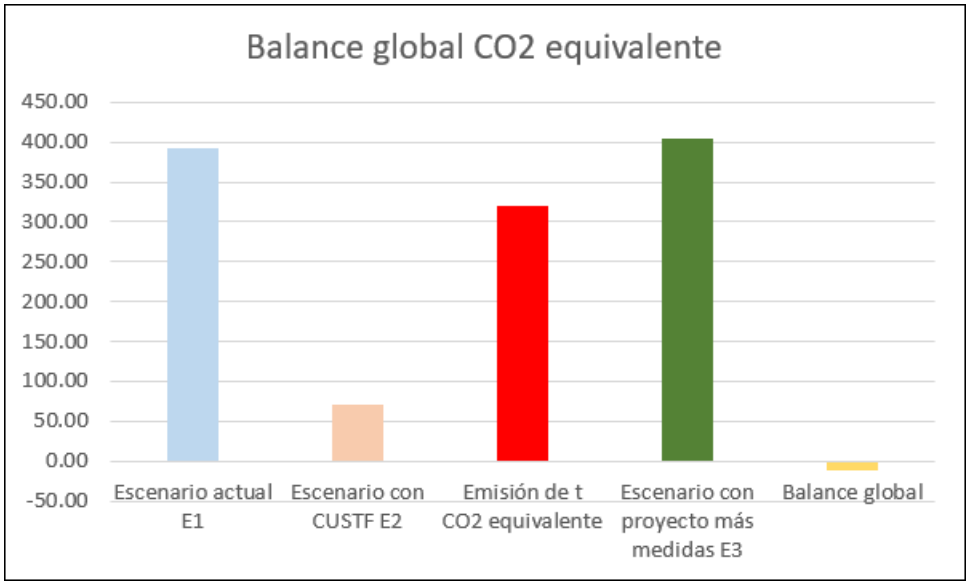


Figura 22. Contenido de tCO2 Eq en los tres escenarios

El sistema Ex -Act cuenta con un módulo de resultados y balance, en el cual realiza la comparación de las actividades establecidas en cada módulo que, para nuestro caso, solo se utilizó el que corresponde a la deforestación, dentro del cual contiene la medida de forestación y reforestación, por lo que realiza un balance de ambas acciones, esto se muestra en la siguiente figura.

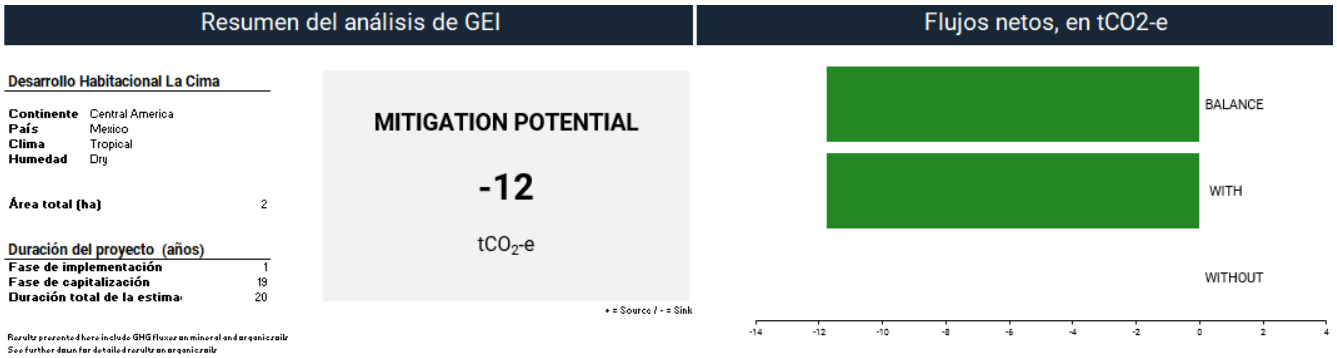


Figura 23. Balance y resultados del sistema Ex -Act del proyecto.

Considerando el escenario actual E1 (392.68 tCO_2 Eq) se resta la emisión (321 tCO_2 Eq) se obtiene el segundo escenario E2 (71.68 tCO_2 Eq), el mismo modelo estima la captura de CO2 para las medidas aplicadas se estimó **una captura** de 333 tCO_2 Eq, por lo que con esto se generó el tercer escenario (404.68 tCO_2 Eq).

Considerando el modelo desarrollado por la FAO bajo el sistema Ex -Act, se demuestra que el carbono en el ecosistema se mantendrá, por lo que la cuarta hipótesis que prevé el Artículo 93, párrafo primero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; obteniendo un balance donde se mitiga y se captura más carbono que el que se tiene actualmente, en un volumen de -12 tCO_2-e por lo que el proyecto no contribuye a la emisión de carbono a la atmósfera.

VI.5 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

VI.5.1 RENTABILIDAD ACTUAL DEL SITIO SIN PROYECTO

De acuerdo al poco o nulo aprovechamiento económicamente de los recursos naturales con que cuenta el predio por parte del propietario y a las cifras del entorno socioeconómico inmerso dentro de la zona urbana de Manzanillo. Col., el uso actual tiene pocas posibilidades de desarrollo tal y como se encuentra actualmente, por lo que el promovente del proyecto pretende compensar ambientalmente a través de un programa de restauración de un predio adicional, este desinterés es debido a que el terreno no implica un beneficio económico directo para el dueño del predio.

El valor económico de los recursos biológicos forestales, mismos que se detallan en el capítulo II del presente DTU, en donde se pudieron estimar desde un punto de vista económico, los siguientes bienes y servicios, considerando la superficie de **0.9308 hectáreas** que considera el proyecto de cambio de uso de suelo forestal:

Los resultados obtenidos de manera resumida son los siguientes:

Tabla 53. Valoración de los recursos actuales del sitio del proyecto.

Bienes y Servicios	Estimación económica	Restricciones
Madera en Rollo (asierre)	$740.00	Poco volumen a aprovechar por lo que no es rentable su extracción
Madera para leña	$5,636.48	Especies potenciales para su aprovechamiento, pero debido a la dimensión del proyecto es poco volumen a aprovechar lo que no hace rentable su extracción
Madera para postes	$3,528.00	Especies potenciales para su aprovechamiento de manera muy local
Forrajeras	$1,861.60	Bajos rendimientos por lo que se realiza de manera local
Ecológico	$209,480.00	Valor por unidad, considerando la totalidad de individuos a ser removidos
Alimento	$16,750.00	No se cuenta con la cantidad necesaria de individuos que puedan satisfacer la demanda del mercado.
Medicinal	$5,740.00	Requiere de la especialización y años para obtener la producción máxima de cada individuo.
Fauna	$74,590.00	Estimación de acuerdo a precios en la región
Captura de carbono	$160,500.00	Tipo de vegetación con escasas posibilidades de mercados de captura de carbono.
Servicios hidrológicos	$168,254.04	No se encuentra en zona de recarga
Valor de reemplazo del suelo	$18,387.50	Por sus características sería difícil su comercialización
Total	**$665,467.62**	

Estos valores de todos los usos probables de los recursos naturales actualmente existentes sin la ejecución del proyecto son solamente indicativos y existe poco potencial real para la obtención de recursos por estos

conceptos, a pesar de que tienen un valor importante y beneficios intangibles invaluables, por lo que no representan en realidad beneficio económico significativo al dueño del predio y es poca la generación de algún tipo de derrama económica local.

VI.5.2 USO MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO CON EL USO PROPUESTO

El promovente del proyecto Dynamica Desarrollos Sustentables S. A. de C. V., es una empresa dedicada al desarrollo inmobiliaria que pretende darle utilidad económica y generar empleos para la región de Manzanillo, por lo cual ha buscado el desarrollo del presente proyecto de carácter urbano desde la planeación, construcción y operación cumpliendo la normatividad vigente, por tal motivo se presenta el actual DTU-B para ser una oferta viable y sustentable para los habitantes de Manzanillo y el occidente de México. Así, cuenta con proyectos de urbanización en la zona y en otros lugares del estado de Colima y Jalisco. Por lo que el Proyecto denominado Desarrollo Habitacional La Cima en esta primera fase se ha identificado y planeado bajo un concepto sustentable desde el diseño que evita los aportes de sedimentos fuera del predio, buscando satisfacer la demanda de vivienda en región.

Para la implementación del proyecto, se estima una inversión aproximada total estimada de **setenta y cinco millones de pesos, en todas sus operaciones,** que incluye: trámites ambientales, preparación del sitio, desarrollo de vialidades, infraestructura urbana y servicios, etc. La fuente de la inversión es privada conformada por inversionistas nacionales.

Este proyecto permitirá generar hasta **25 empleos en promedio** tanto directos más los indirectos, incluyendo personal propio o trabajando para contratistas y proveedores de materiales de construcción. Además, la contratación a empresas proveedoras de bienes y servicios en la zona, estimula el espíritu emprendedor en las comunidades y el desarrollo de nuevos negocios, por lo que con el transcurso del tiempo el número de empleos indirectos tenderá a aumentar.

El período de repago del proyecto puede ser máximo de 2 años, dependiendo de imprevistos de la inversión o de la operación, así como la factibilidad de venta de las viviendas, el cual está ligado directamente con la demanda a nivel regional.

Entre los aspectos benéficos que se obtendrán a partir de la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales e impacto ambiental del proyecto, se han considerado los siguientes:

- ✓ Se generarían 25 empleos directos más 15 empleos indirectos, derivados de las operaciones del proyecto entre responsable ambiental, contratistas, albañiles, ayudantes, auxiliares, supervisores de obra, mecánicos etc.
- ✓ El proyecto se considera de bajo impacto ambiental al considerar medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental en un predio adicional
- ✓ El proyecto considera medidas de atenuación y mitigación de impactos para la protección de agua, suelo, aire, flora y fauna del sitio y en las inmediaciones del lugar.

A manera de resumen las inversiones o gastos a considerar en la rentabilidad del proyecto es la siguiente:

Tabla 54. Inversiones o gastos de la operación del proyecto inmobiliario.

Concepto	Valor económico
Inversión fija inicial	75,000,000.00
Costo asociado al valor de los recursos forestales y sus servicios ambientales (anual)	1,509,440.18

Rentabilidad del material.

El precio de venta por metro cuadrado se encuentra estimado en aproximado $ 12,500, dependiendo de la demanda actual del mercado inmobiliario, valor catastral, plusvalía y el tipo de desarrollo a construir. Por la cercanía a la zona de buena plusvalía del valor económico al mismo es alto. Se tiene estimado la venta de 12,098.93 m^2 en los 5 años de operación de venta. Por lo que el valor económico del desarrollo inmobiliario será la siguiente.

Tabla 55. Valor económico de la producción del proyecto.

Año	Meta de venta de m2 de departamentos	Valor promedio del m2	Valor económico del proyecto
1	2,419.79	12,500.00	30,247,325.00
2	3,629.68	12,500.00	45,370,987.50
3	3,629.68	12,500.00	45,370,987.50
4	1,209.89	12,500.00	15,123,662.50
5	1,209.89	12,500.00	15,123,662.50

Considerando que el valor de venta del desarrollo en función a la demanda, con base en los datos obtenidos de inversión del proyecto y el valor actual de los recursos en el sitio, se demuestra que el uso propuesto por la ejecución del proyecto es más productivo a largo plazo e inclusive incluye un programa de restauración del predio de compensación adicional que pretende regresar parte del valor de los recursos actuales.

Conclusiones que el uso propuesto es más productivo a largo plazo:

De acuerdo con las estimaciones realizadas el valor económico de los recursos biológicos en las **0.9308 hectáreas, incluyendo el valor maderable, de captura de carbono, fauna, retención de suelo y el valor de la captación del agua, es de $1,509,440.18 m.n. de manera anual**

Actualmente en el área solicitada para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, no se realiza ninguna actividad productiva e históricamente no se han realizado aprovechamientos en la zona y en las condiciones actuales se tienen pocas posibilidades de desarrollo.

Mediante un análisis de rentabilidad del proyecto considerando el costo del material pétreo sin considerar la inversión, se obtuvieron los siguientes indicadores de rentabilidad:

Relación Beneficio costos comparando el uso actual y el propuesto

El valor de la Relación Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

La fórmula que se utiliza es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^{n} \frac{Vi}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^{n} \frac{Ci}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

Tabla 56. Indicadores Financieros (1-2).

INDICADORES FINANCIEROS								
FLUJO NETO DE EFECTIVO								
Año de operación		**Inversiones para el proyecto**				**Valor de Rescate**		**Flujo Neto de Efectivo**
	Ingresos totales	**Egresos Totales (valor de los recursos forestales)**	**Fija (Inversión inicial)**	**Diferida (mantenimiento)**	**Cap de trab.**	**Valor Residual**	**Recup. De cap. De Trab.**	
0	-		75,000,000.00					-75,000,000.00
1	30,247,325.00	$1,509,440.18						28,737,884.82
2	45,370,987.50	$1,509,440.18						43,861,547.32
3	45,370,987.50	$1,509,440.18						43,861,547.32
4	15,123,662.50	$1,509,440.18						13,614,222.32
5	15,123,662.50	$1,509,440.18						13,614,222.32

Tabla 57. Indicadores Financieros (2-2).

Año de operación	**Costos totales ($)**	**Beneficios totales ($)**	**Factor de actualización 10.0%**	**Costos actualizados ($)**	**Beneficios actualizados ($)**	**Flujo neto de efectivo act. ($)**
0	75,000,000	0	1.000	75,000,000.00	0.00	-75,000,000.00
1	1,509,440	30,247,325	0.909	1,372,218.35	27,497,568.18	26,125,349.84
2	1,509,440	45,370,988	0.826	1,247,471.22	37,496,683.88	36,249,212.66
3	1,509,440	45,370,988	0.751	1,134,064.75	34,087,894.44	32,953,829.69
4	1,509,440	15,123,663	0.683	1,030,967.95	10,329,664.98	9,298,697.03
5	1,509,440	15,123,663	0.621	937,243.59	9,390,604.53	8,453,360.94
Total	**82,547,201**	**151,236,625**		**80,721,965.86**	**118,802,416.02**	**38,080,450.15**

Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:

Tabla 58. Resultados de Indicadores Financieros.

VAN=	**38,080,450.15**
TIR =	**31.12%**
B/C =	**1.47**

De acuerdo con lo anterior nos indica que el proyecto es factible en virtud de que la R B/C es mayor a 1, el VAN es mayor a los costos del proyecto (incluidos los ambientales) y la TIR es superior a la tasa de interés del 10% obteniendo una rentabilidad mayor a la tasa mínima requerida.

Los beneficios sociales del proyecto se enfocan a contribuir a generar empleos, fuente de divisas y una fuente de ingresos al dueño de las parcelas.

Con el análisis de la información vertida, podemos deducir que además de la inversión directa a realizar con la ejecución del proyecto, se generaran empleos temporales y fijos; derrama económica por la operación del proyecto. De tal manera que la derrama económica que se generaría por la implementación del proyecto estaría por encima de la generada por los recursos biológicos forestales y servicios ambientales que pudiera proporcionar el ecosistema que se pretende afectar.

Justificación social

El promovente del presente proyecto pretende realizar una inversión para su ejecución considerando las medidas ambientales necesarias que no provoquen la erosión, disminuyan la infiltración o contaminen cuerpos de agua, se afecte a la biodiversidad, por lo que está solicitando la autorización en materia ambiental el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el desarrollo inmobiliario, con este proyecto se pretende dar trabajo por la vida útil del proyecto a trabajadores locales y de manera indirecta a trabajadores regionales con lo cual se generaran fuentes de empleo formales bajo un proyecto autorizado, mismo que es rentable para el promovente como se detalló en el punto anterior.

Aunado a que la demanda de vivienda en la región de Manzanillo donde se pretende desarrollar el proyecto cumple con las características que son demandados por la población, su ubicación con respecto a los sitios de trabajo, comercio y la disponibilidad de servicios hace que el proyecto sea viable.

Por lo anterior, el beneficio social del proyecto, se resumen de la siguiente manera:

1. El principal beneficio social de la operación del proyecto es la generación de 35 fuentes de empleos directos e indirectos, con lo cual se crean oportunidades para la zona de Manzanillo para ir contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
2. La vivienda por desarrollar que demanda la población, al estar en una ubicación estratégica es sumamente atractivo, lo cual representa un oportunidad de desarrollo sustentable.
3. El uso actual del suelo del predio que se afectará por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales no representa una fuente de ingreso para al dueño.
4. Existe una zona con vegetación degradada por la presión social que hay al estar el predio inmerso en la zona cercana a Manzanillo.

5. Es de mencionar que el **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima** considera una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación por los impactos ambientales a generar con lo cual los indicadores de calidad ambiental en el SA no serán disminuidos, considerando la compensación a través de un predio adicional y obras de conservación de suelo en 1.1 ha.

Por lo anterior, si se considera el valor de los recursos biológicos forestales presentes en las áreas de CUSTF que es $ 1,509,440.18 en comparación con el costo-beneficio de la actividad inmobiliaria que es muy superior al valor ambiental, queda demostrado el beneficio económico del proyecto es mayor a largo plazo.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se estima que se justifica económica y socialmente la ejecución del proyecto.

Capítulo VII

Medidas De Prevención Y Mitigación De Impactos Sobre Los Recursos Forestales.

CONTENIDO

VII . Descripción de las medidas de prevención y mitigación 3
VII.1 Definición de las Medidas..... 6
VII.1.1 Programa de Rescate y Reubicación de Flora..... 14
VII.1.2 Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna..... 17
VII.1.3 Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional..... 20
VII.1.4 Programa de obras de conservación de suelo y agua..... 23
VII.1.5 Plan de Manejo de residuos..... 29
VII.1.6 Delimitación e identificación de las áreas autorizados para CUSTF..... 32
VII.1.7 Medidas de prevención y mitigación de los impactos moderados..... 33
VII.2 IMPACTOS RESIDUALES..... 38
VII.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS..... 41
VII.4 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO..... 48
VII.4.1 Estimación del costo de establecimiento del estrato arbóreo..... 49
VII.4.2 Estimación del costo del estrato arbustivo y herbáceo..... 51
VII.4.3 Estimación del costo total por el establecimiento de los 3 estratos..... 52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS Y SUS AGENTES CAUSALES. 5
TABLA 2. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS POR IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO. 7
TABLA 3. MEDIDAS GENERALES A CONSIDERAR. 9
TABLA 4. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA A RESCATAR 14
TABLA 5. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010. 15
TABLA 6. INDICADORES DE CUMPLIMIENTO. 15
TABLA 7. LISTADO DE ESPECIES DE FAUNA INCLUIDAS EN EL RESCATE. 18
TABLA 8. SUPERFICIE Y NÚMERO DE PLANTAS A ESTABLECER. 21
TABLA 9. META DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA. 21
TABLA 10. COORDENADAS UTM DEL PUNTO CENTRAL DE LAS FOSAS DE SEDIMENTACIÓN 24
TABLA 11. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE LA ZANJA. 27
TABLA 12. DISEÑO DE LAS BARRERAS DE MATERIAL MUERTO 28
TABLA 13. MEDIDAS DE PREVENSIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN AMBIENTAL ADICIONALES A REALIZAR. 33
TABLA 14. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL A LA TOPOGRAFÍA 39
TABLA 15. DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL A LA VEGETACIÓN Y PAISAJE 40
TABLA 16. CRONOGRAMA GENERAL DE TRABAJO. 42
TABLA 17. . RESUMEN DEL COSTO DE OPERACIÓN DEL PROYECTO. $ M.N. 44
TABLA 18. COSTOS DE OPERACIÓN POR AÑO/ETAPA. 45
TABLA 19. EXISTENCIAS ACTUALES POR ESTRATO POR HECTÁREA EN EL ÁREA DE CUSTF. 48
TABLA 20. COSTOS DEL ESTRATO ARBÓREO PARA EL AÑO 1. 49
TABLA 21. COSTOS DEL ESTRATO ARBÓREO PARA EL AÑO 2. 49
TABLA 22. COSTOS DEL ESTRATO ARBÓREO PARA EL AÑO 3. 49
TABLA 23. COSTOS DEL ESTRATO ARBÓREO PARA EL AÑO 4. 50
TABLA 24. COSTOS DEL ESTRATO ARBÓREO PARA EL AÑO 5. 50
TABLA 25. COSTOS DEL ESTRATO ARBÓREO PARA EL AÑO 6 -20. 50
TABLA 26. COSTOS POR HECTÁREA PARA EL ESTRATO ARBÓREO. 50
TABLA 27. COSTOS DEL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO PARA EL AÑO 1. 51
TABLA 28. COSTOS DEL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO PARA EL AÑO 2. 51
TABLA 29. COSTOS DEL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO PARA EL AÑO 3. 51
TABLA 30. COSTOS DEL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO PARA EL AÑO 4. 52
TABLA 31. COSTOS DEL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO PARA EL AÑO 5. 52
TABLA 32. COSTOS POR HECTÁREA PARA LOS ESTRATOS ARBUSTIVO Y HERBÁCEO. 52
TABLA 33. COSTO TOTAL DE LA RESTAURACIÓN. 52

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SITIOS DE REUBICACIÓN DE FAUNA. 19
FIGURA 2. POLÍGONOS DE LAS ÁREAS A RESTAURAR (ADICIONAL) 21
FIGURA 3. MEDIDAS A CONSIDERAR EN EL PROGRAMA DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA. 24
FIGURA 4. PERFIL DE LAS FOSAS 25
FIGURA 5. FUNCIONAMIENTO DE LAS FOSAS DE SEDIMENTACIÓN 26
FIGURA 6. DIMENSIONES DE LA ZANJA DE INFILTRACIÓN. 26
FIGURA 7. DISEÑO DE LAS BARRERAS 28

VII. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Para el **Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**, la evaluación de impactos se estructuró para reducir omisiones mediante herramientas de interacción (por etapa y por factor ambiental), concentrando la valoración numérica en los impactos de mayor significancia asociados al CUSTF, tales como **pérdida de cobertura forestal**, **erosión/sedimentos** y **modificación infiltración–escorrentía**, identificando además las cadenas secundarias y terciarias detonadas por la remoción de vegetación, el despalme/terracerías y la urbanización. Bajo esta lógica, el capítulo de medidas debe organizarse de forma coherente con los "nodos críticos" y con los impactos significativos ya caracterizados: priorizando acciones de **prevención** (evitar o reducir la generación del impacto en origen), **mitigación** (control y disminución de magnitud), **restauración** (restitución de funciones y estructuras afectadas) y **compensación** (equivalencia funcional por impactos residuales inevitables), con metas e indicadores verificables.

En particular, el propio análisis hidrológico del DTU evidencia la relación funcional entre la remoción de cobertura y la pérdida de servicios ambientales asociados a la regulación hídrica (disminución de infiltración e incremento de escurrimiento), y establece la necesidad de medidas específicas para compensar dicha disminución mediante obras y restauración. En correspondencia, se plantean intervenciones como **zanjas de infiltración** aguas abajo, **reforestación con especies nativas** en un predio de compensación, y obras de conservación de suelo y agua (terrazas individuales y barreras de material muerto), orientadas a recuperar infiltración y controlar erosión/sedimentos. Este enfoque permite que las medidas no sean genéricas, sino directamente vinculadas con el mecanismo de impacto identificado (cambio de cobertura → cambio hidrológico y erosivo → afectación de servicios ambientales).

En suma, la introducción a este capítulo debe entenderse como el puente técnico entre: (i) la **significancia** de impactos ya evaluada, (ii) las **consideraciones regulatorias** aplicables a la EIA y al CUSTF (integridad funcional/capacidad de carga, rescate y reubicación, compensación), y (iii) la **ingeniería ambiental** de las acciones propuestas. Con ello, las medidas aquí descritas se presentan como un **sistema integrado de manejo ambiental** por etapas del proyecto, con especificaciones, responsables, temporalidad, criterios de desempeño y monitoreo, para garantizar el cumplimiento de condicionantes y la reducción de impactos residuales conforme al marco LGEEPA–LGDFS

Es importante señalar que, para definir las medidas se consideró la información del proyecto descrita en el capítulo II, referente a las acciones a desarrollar en el proyecto y posteriormente en el capítulo V se identificaron los impactos ambientales que potencialmente pueden generar dichas acciones sobre algún factor ambiental en particular. Asimismo, se consideró la caracterización ambiental de cada uno de los factores del ambiente identificados, los cuales fueron descritos y diagnosticados en el capítulo IV.

Las acciones o medidas que se identifican en este capítulo, de acuerdo con su carácter e importancia en la prevención o mitigación de los impactos ambientales, así como a la relación con el impacto, es posible clasificar

en medidas preventivas y de mitigación, las cuales definiremos como lo señala artículo 3º del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental:

- Medidas Preventivas. - Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- Medidas de Mitigación. - Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

De acuerdo con las definiciones del mismo Reglamento en materia de Impacto Ambiental, las acciones compensatorias que se requieren en todo proyecto se incluyen en las medidas de Mitigación.

Las medidas identificadas y descritas en el presente capítulo se diseñaron, bien sea atendiendo al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento ambiental con base en buenas prácticas de operación en mina o, por el contrario, al medio receptor para aumentar su resiliencia[1] o para paliar los efectos una vez producidos.

Para determinar el tipo de medidas a programar e implementar antes, durante y después de la ejecución del proyecto, se consideraron los puntos siguientes:

- La Identificación y ponderación de los impactos ambientales, analizados en apartados anteriores.
- Desarrollo de una lista de propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales previamente identificados.
- Depuración de la lista de posibilidades de cada propuesta, mediante un proceso de valoración en términos de su viabilidad técnica y económica.
- Selección de las medidas viables, con el propósito de asegurar la viabilidad ambiental del proyecto.
- Descripción de cada medida para establecer algunos lineamientos que la definieran, sintetizarán su descripción y permitieran establecer un escenario del proyecto con la correcta ejecución de la medida.

Como resultado del proceso anterior, el análisis de las alternativas considera medidas de prevención y mitigación que minimizan la alteración de las condiciones medioambientales en la zona de ubicación del proyecto. En términos generales, las medidas identificadas y programadas se orientarán a los tres tipos básicos de impactos que ocasiona el proyecto:

- Eficientizar e implementar de manera adecuada los procesos a desarrollar.
- Manejo adecuado de residuos.

[1] Capacidad para reponerse a situaciones adversas

- Restauración del sitio del proyecto y predio de compensación adicional a fin de compensar impactos de carácter residual

Cabe señalar que, la prevención y mitigación de los impactos ambientales forman parte del compromiso del promovente Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V., para la preservación del medio ambiente, y de su objetivo para alcanzar los máximos estándares en el desempeño ambiental. Lo anterior, con el fin de lograr un desarrollo sustentable en todas sus operaciones, plasmado en su política ambiental, que contempla entre otras cosas:

1. Cumplir con la legislación ambiental, así como con los acuerdos voluntarios que se suscribieran.
2. Integrar el componente ambiental en todos los procesos de gestión de la empresa.
3. Prevenir la contaminación desde la fuente, controlando los aspectos ambientales significativos de las operaciones y minimizando sus impactos y riesgos ambientales.
4. Utilizar de manera eficiente la energía y los recursos naturales.

Por lo anterior, el proyecto de **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, busca iniciar una operación ambientalmente responsable, y este capítulo se aborda en congruencia con la concepción idéntica con la que se ha manejado la empresa promovente, esto es con sensibilidad ambiental.

En el ejercicio desarrollado en el capítulo V de este DTU, se identificaron 83 impactos negativos (matriz tipo Leopold), de los cuales fueron sometidos a un proceso de valoración (matriz de ponderación) con el objeto de determinar la gravedad y el alcance de aquellos que resultarán significativos, o destacables, todo ello con el objeto de precisar cuáles serían los impactos que ameritarían una atención especial, obteniéndose un listado de impactos significativos que se enlistan a continuación:

Tabla 1. Impactos significativos y sus agentes causales.

Factor	Atributo	Impacto	Agente causal
Hidrología	Calidad del agua	Disminución de la calidad del agua	Las actividades del proyecto como el desmonte, despalme, la construcción de vialidades y plataformas, así como las actividades de construcción, que lo hace susceptible de arrastre teniendo como consecuencia la contaminación del agua. Por otra parte, la inadecuada gestión de los residuos tanto líquidos como sólidos pueden generar contaminación del agua y así disminuir su calidad.
	Infiltración	Disminución del área de infiltración	El papel que juegan los terrenos forestales en el ciclo del agua es fundamental dado que permite la infiltración. Es así como el desmonte y despalme generarán una disminución en la capacidad de infiltración del agua. Igualmente, la construcción de vialidades y plataformas generarán compactación del suelo y afectará la infiltración finalmente en la etapa de construcción el desarrollo de una cubierta impermeable ocasionará una disminución en este factor

Factor	Atributo	Impacto	Agente causal
Suelo	Erosión	Cambio en el proceso erosivo	Las actividades del proyecto como el desmonte, despalme generarán un aumento en el proceso erosivo al igual que las actividades de construcción de vialidades y plataformas.
Paisaje	Topografía	Cambio en geoforma	El despalme, la construcción, y principalmente las terracerías y plataformas ocasionará un cambio de manera puntual en la morfología (topografía) del sitio.
	Estructura del paisaje	Cambio en la estructura del paisaje	El desmonte y despalme y principalmente la construcción de terracerías y plataformas generará cambios en la estructura del paisaje.
Fauna	Abundancia	Disminución de abundancia de fauna en el sitio	Durante las actividades del proyecto como el desmonte y despalme se afectará el hábitat de fauna, repercutiendo negativamente en la abundancia de fauna. Así mismo, se considera que, durante las distintas etapas del proyecto, derivado de la generación de ruido por la maquinaria y presencia humana durante la operación del fraccionamiento se ahuyentará la fauna, impactando así en la abundancia.
Flora	Cobertura Y Abundancia	Disminución de la cobertura de flora	El desmonte del área del proyecto generará la disminución de la cobertura de la flora en el área del proyecto.
	Diversidad	Disminución de la diversidad de flora	El desmonte del área del proyecto generará pérdida en la diversidad de la flora.

VII.1 DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS

Para la identificación y adopción de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

Viabilidad técnica. Las medidas que se adopten deben estar técnicamente contrastadas y ser coherentes con la experiencia en la ejecución de este tipo de proyectos.

Eficacia y eficiencia ambiental. Las medidas deben ser eficaces y eficientes. La eficacia evalúa la capacidad de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

Viabilidad económica y financiera. Las medidas deben ser viables en las medidas económico-financieras del proyecto; la viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el costo de la medida y las posibilidades presupuestarias de la empresa promovente, que no afecten la viabilidad económica del proyecto.

Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control. En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar.

De acuerdo con lo anterior, y a la depuración de un listado de actividades inherentes a prevenir y mitigar los impactos ambientales significativos, se concluyó con el siguiente listado de medidas de prevención y mitigación de los impactos:

Tabla 2. Identificación de medidas por impacto ambiental significativo.

Factor Ambiental	Alteración/impacto	Medidas de mitigación
Paisaje	Modificación del relieve (topografía)	Adecuado diseño de la conformación de la vialidad y plataformas a construir conforme a especificaciones de diseño.
	Calidad – estructura del paisaje	Programa de Restauración del Sitio de compensación adicional Adecuado diseño de la conformación de la vialidad y plataformas a construir conforme a especificaciones de diseño. Plan de Manejo de Residuos. Mantener zonas verdes y vegetación perimetral como barreras contra polvo y ruido
Suelos	Incremento de los procesos erosivos	Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua. Programa de Restauración del Sitio del Predio de compensación adicional Construcción de canaletas y fosas de sedimentación en el sitio del proyecto
	Disminución en la capacidad de carga*	Programa de obras de conservación de suelo y agua. Construcción de cunetas y fosas de sedimentación en el sitio del proyecto
Hidrología	Recarga de Acuíferos (infiltración)	Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional Programa de obras de conservación de suelo y agua.
	Calidad del Agua*	Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua. Plan de Manejo de Residuos. Construcción de cunetas y fosas de sedimentación en el sitio del proyecto Instalación de letrinas portátiles en la etapa de preparación del sitio y construcción
Flora	Disminución de la Cobertura vegetal	Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional. Revegetación del las jardineras y áreas verdes
Fauna	Abundancia	Programa de rescate y reubicación de especies de fauna. Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional.
	Especies en riesgo*	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional.

Como se ha descrito en el capítulo anterior, las obras y actividades del **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** tienen el potencial de afectar algunos recursos físicos y biológicos dentro del área del proyecto y potencialmente fuera de ella, sin ir más allá del sistema Ambiental definido en el capítulo IV. Las medidas a

adoptar a fin de mitigar los impactos ambientales significativos se detallan en los siguientes programas/actividades:

A. Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
B. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
C. Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional
D. Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua
E. Plan de Manejo de Residuos.
F. Delimitación e identificación de las áreas autorizados para CUSTF
G. Señalización de temática ambiental
H. Capacitación y concientización del personal en temas ambientales y riesgos
I. Mantenimiento de maquinaría
J. Verificación de emisiones contaminantes de vehículos
K. Instalación y mantenimiento de los sanitarios portátiles conforme a necesidad en la etapa de preparación del sitio y construcción
L. Manejo de residuos sólidos urbanos conforme a la normatividad
M. Monitoreo del ruido perimetral
N. Mantener zonas verdes y vegetación perimetral como barreras contra polvo y ruido

El diseño de medidas debe seguir la jerarquía **evitar → minimizar → restaurar → compensar**, y queda explícitamente integrado en el **DTU**, ya que la LGEEPA establece que la manifestación debe incluir **medidas preventivas y de mitigación** estas acciones y medidas se describen a continuación:

Etapa | Actividad/acción | Componente/impacto | Medida (especificación) | Tipo (P/M/C) | Responsable | Indicador/meta | Verificación/registro | *(P=Prevención, M=Mitigación, C=Compensación).*

Tabla 3. Medidas generales a considerar.

ID	Etapa	Actividad/acción	Componente / impacto	Medida (especificación técnica)	Tipo	Responsable	Indicador / meta	Verificación / registro
1	Preparación	**Delimitación y señalización**	Vegetación/suelo: afectación fuera de polígono	Delimitar físicamente (estacas/cinta + letreros) el polígono autorizado de CUSTF y áreas a conservar; **prohibir** maniobras fuera del límite; acceso controlado.	P	Residente + Sup. ambiental	0 incidencias fuera de polígono	Bitácora + evidencias fotográficas georreferenciadas
2	Preparación	**Programa de rescate y reubicación**	Flora/fauna: pérdida de individuos/hábitat	Implementar **programa de rescate y reubicación** previo al derribo y despalme (cuadrillas, rutas, zonas receptoras, manejo post-trasplante).	P/M	Biólogo responsable	100% del polígono intervenido con rescate previo	Reporte de rescate (listas, fotos, coordenadas)
3	Preparación	Rescate de flora	Flora (SBC): pérdida de especies relevantes	Ejecutar rescate conforme al DTU: **95 individuos por trasplante** y **11 kg de material genético** (estrato arbóreo) e inclusión de especies en riesgo (NOM-059).	M	Biólogo + viverista	≥80% supervivencia al año 1 (trasplantes)	Fichas de trasplante + monitoreo trimestral
4	Preparación	Ahuyentamiento/ rescate de fauna	Fauna: mortalidad por maquinaria	Barridos previos por microfrentes; captura y reubicación cuando aplique; horarios diurnos; prohibición de caza/colecta; capacitación al personal.	P/M	Biólogo + contratista	0 atropellamientos/incidentes	Bitácora ambiental + actas de reubicación
5	Preparación	Derribo/desmonte gradual	Biodiversidad y conectividad	Ejecutar derribo **gradual** por fases, minimizando “frentes abiertos” y manteniendo cobertura temporal donde sea posible.	M	Residente + Sup. ambiental	Superficie abierta simultánea ≤ la planeada	Programa de obra + reportes
6	Preparación	Manejo de biomasa forestal	Residuos / riesgo de incendios	Troceo y acopio temporal en zonas designadas; prohibir	P/M	Contratista	0 quemas; acopios controlados	Bitácoras + manifiestos

ID	Etapa	Actividad/acción	Componente / impacto	Medida (especificación técnica)	Tipo	Responsable	Indicador / meta	Verificación / registro
				quema; astillado/mulch para jardinería donde proceda; retiro por gestor autorizado cuando aplique.				
7	Preparación	Transporte de materias primas forestales	Legalidad del transporte	Asegurar **remisiones forestales** y trazabilidad para transporte de materias primas derivadas del CUSTF.	P	Promovente	100% traslados con documentación	Copias de remisiones/guías
8	Preparación	Despalme/retirada de capa orgánica	Suelo: pérdida de fertilidad y estructura	Retiro selectivo de **horizonte orgánico**; acopio en pilas bajas (≤1.5 m), protegidas con lonas/mulch; reincorporación en áreas verdes/revegetación.	M	Contratista	≥70% del topsoil reutilizado	Bitácora + cubicaciones
9	Preparación/ Construcción	Terracerías y pendientes	Erosión/sedimentos	Implementar obras de conservación de suelo y agua: **cunetas** y conducción interna de escurrimientos hacia control de sedimentos.	M	Contratista	Sin cárcavas activas	Inspecciones post-lluvia
10	Construcción	Manejo de escurrimientos	Sedimentos a arroyos cercanos	Construir **fosas de sedimentación** temporales para reducir velocidad del agua y retener azolves; dimensiones: **0.5 m x 1.5 m x 0.5 m**, capacidad **0.375 m³**, excavadas con retroexcavadora.	M	Contratista	≥80% de retención visible de sólidos	Bitácora + fotos antes/después
11	Construcción	Control de escorrentía	Hidrología: infiltración ↓ / escurrimiento ↑	Integrar fosas + zanjas de infiltración en parte baja para captación de sedimentos y favorecer infiltración (ajuste a diseño urbano).	M	Residente + proyectista	Sin arrastre de azolves fuera del sitio	Inspección en lluvias

ID	Etapa	Actividad/acción	Componente / impacto	Medida (especificación técnica)	Tipo	Responsable	Indicador / meta	Verificación / registro
12	Construcción	Zonas expuestas	Erosión eólica / polvo	Humectación de superficies, cubiertas en camiones, límites de velocidad en obra, limpieza de vialidades.	M	Contratista	Sin plumas de polvo visibles	Bitácora + quejas = 0
13	Construcción	Almacenamiento de materiales	Suelo/agua: arrastre de finos	Almacenes techados o con lonas; bordos perimetrales; prohibir acopios en cauces/pendientes críticas.	P/M	Contratista	0 arrastres desde acopios	Inspecciones
14	Construcción	Combustibles y aceites	Riesgo: derrames	Zona de abastecimiento con **contención secundaria**, bandejas, absorbentes; plan de respuesta; bitácora de mantenimiento.	P/M	Contratista	0 derrames sin atender	Reportes de incidentes
15	Construcción	Sanitarios y aguas residuales	Agua/suelo: contaminación	Sanitarios portátiles o conexión temporal; retiro por proveedor autorizado; prohibir descargas al suelo.	P/M	Contratista	100% servicios sanitarios operativos	Contratos + bitácora
16	Construcción	Residuos de construcción	Residuos: escombros	Segregación (inerte/reciclable/ordinario); contenedores; retiro por transportista autorizado; sitios de disposición permitidos.	M	Contratista	100% retiro con manifiestos	Manifiestos/recibos
17	Construcción	Ruido y vibraciones	Fauna/vecindad	Horarios diurnos; silenciadores; mantenimiento; señalización y rutas internas para reducir maniobras.	M	Contratista	Cumplimiento horario 100%	Bitácora + quejas
18	Construcción	Iluminación nocturna	Fauna: alteración conductual	Iluminación dirigida (cut-off), mínima necesaria, temporizadores; evitar deslumbramiento hacia vegetación remanente.	M	Contratista	0 luminarias apuntando a vegetación	Inspecciones nocturnas

ID	Etapa	Actividad/acción	Componente / impacto	Medida (especificación técnica)	Tipo	Responsable	Indicador / meta	Verificación / registro
19	Operación	Drenaje pluvial del conjunto	Hidrología: escurrimiento y sedimentos	Mantener operativas obras de control (cunetas/estructuras); desazolve preventivo; revegetación permanente de taludes.	M	Administración	0 obstrucciones críticas	Programa anual de mantenimiento
20	Operación	Áreas verdes	Suelo/agua: erosión + biodiversidad urbana	**Reforestación en áreas verdes y perímetro** del proyecto (especies nativas y de ornato) en **0.3504 ha**; riego de establecimiento y reposición.	M	Administración	≥80% supervivencia año 1	Inventario + reportes
21	Compensación	Predio de compensación	Suelo: control de erosión / restauración	Ejecutar **reforestación en 1.1 ha** + **terrazas individuales** (y barreras de material muerto) como medidas adicionales para contener erosión.	C	Promovente	Supervivencia ≥80% al año 1; ≥70% año 2	Informe de establecimiento y mantenimiento
22	Compensación	Compensación CUSTF	Cumplimiento administrativo	Acreditar **depósito ante Fondo Forestal Mexicano** por compensación ambiental para restauración; integrar evidencia al expediente.	C	Promovente	100% comprobado	Ficha de depósito/transferencia
23	Seguimiento	Reportes y control	Cumplimiento / trazabilidad	Presentar avisos e **informes periódicos** de ejecución del CUSTF; si vigencia > 1 año, **informes semestrales** y reporte de conclusión.	P	Promovente	100% entregados en tiempo	Acuses + expediente
24	Construcción	Monitoreo de infiltración/escurrimiento	Hidrología: pérdida funcional	Vincular obras (zanjas/fosas/terrazas) a la meta de compensar disminución de infiltración estimada (DTU reporta	M/C	Sup. ambiental	Evidencia de funcionamiento en lluvias	Reportes post-lluvia

ID	Etapa	Actividad/acción	Componente / impacto	Medida (especificación técnica)	Tipo	Responsable	Indicador / meta	Verificación / registro
				disminución y necesidad de compensar).				
25	Preparación/ Construcción	Capacitación ambiental	Incumplimientos operativos	Inducción obligatoria (límites de CUSTF, no quemas, derrames, fauna); sanciones contractuales.	P	Contratista	100% personal capacitado	Listas de asistencia
26	Abandono (si aplica)	Retiro de infraestructura temporal	Suelo/paisaje	Retiro total de instalaciones provisionales; nivelación y **revegetación** con topsoil acopiado; estabilización de taludes.	M	Promovente	100% frentes restaurados	Acta de cierre

VII.1.1 PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

Si bien el cambio de uso de suelo de terrenos forestales afecta de manera directa la flora presente en el sitio del proyecto, es importante señalar que, todas las especies por afectar identificadas en el área del **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, fueron identificadas en los muestreos del Sistema Ambiental, delimitado por la microcuenca de influencia, por lo que no existen especies únicas en el área del proyecto o que se ponga en riesgo la población de alguna especie. Sin embargo, existe una afectación temporal de la biodiversidad de flora y la disminución de la Abundancia de especies, por lo que como medida preventiva y de mitigación se ha diseñado un programa de rescate y reubicación de flora que se describe a continuación:

<table>
<tr><th colspan="2">Programa de Rescate de Flora</th></tr>
<tr><td>Descripción y Objetivo</td><td>Este programa tiene como objetivo, desarrollar acciones previo al desmonte, que permitan rescatar ejemplares de flora de importancia ecológica que se ubican en las zonas del proyecto. Con especial interés en identificar, rescatar y reproducir las especies flora silvestre presente en el área del proyecto que se encuentren disminuidas en el SA o que sean relevantes ecológicamente; con el propósito de contribuir a la preservación y conservación de esas especies.

En este sentido, el programa prevé ejecutar actividades de rescate y relocalización de especies de flora silvestre previo a la remoción de la vegetación a fin de reducir la afectación de la riqueza y abundancia de las especies en la zona.

El rescate se llevará a cabo mediante 2 alternativas: 1. Rescate y reubicación de individuos de especies de interés producto de la regeneración natural. (Trasplante). 2. Recolección de germoplasma para su reproducción y reintegración al sistema ambiental

Estas actividades se realizarán previo al desmonte de cada etapa.</td></tr>
<tr><td>Impacto que mitiga</td><td>Afectación de la Biodiversidad, Riqueza y Disminución de la Abundancia de especies de flora en el área del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Meta</td><td>1. Realizar el rescate mediante trasplante y reubicación de a 95 menores de 1.5 m del estrato arbóreo y que se encuentran en forma de regeneración, de los cuales se tienen identificadas 8 especies de interés ecológicos más el rescate de 13.5 kg de 9 especies a rescatar por medio de germoplasma.

Tabla 4. Listado de especies de flora a rescatar
<table>
<tr><th>Especie</th><th>Total de planta de rescate en 0.9308 ha</th></tr>
<tr><td>Amphipterygium adstringens</td><td>8</td></tr>
<tr><td>Apoplanesia paniculata</td><td>16</td></tr>
<tr><td>Bursera grandifolia</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Bursera simaruba</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Cenostigma eriostachys</td><td>9</td></tr>
<tr><td>Cordia seleriana</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Crataeva tapia</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Heliocarpus terebinthinaceus</td><td>14</td></tr>
<tr><td>Styrax ramirezii</td><td>8</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Programa de Rescate de Flora</th></tr>
<tr><td></td><td>
Para el caso de las especies que no fueron encontradas en la regeneración, sin embargo, se tiene contemplado su rescate a través de germoplasma.

Tabla 5. Listado de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
<table>
<tr><th>Estrato</th><th>Especie</th><th>Cantidad de rescate (kg)</th></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Bursera excelsa</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Ceiba aesculifolia</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Cordia dentata</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Cordia elaeagnoides</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Coulteria platyloba</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Ficus velutina</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>Arbóreo</td><td>Lysiloma divaricatum</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>Otras formas de vida</td><td>Pachycereus pecten-aboriginum</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Total</td><td>13.5</td></tr>
</table>

2. Garantizar la sobrevivencia de los organismos mediante la ejecución de técnicas que permitan como mínimo el 80% de sobrevivencia de las especies de flora que fueron trasplantadas.
</td></tr>
<tr><td>Etapa de Aplicación</td><td>Las actividades de este programa se realizan durante la etapa de Preparación del sitio, previo al desmonte (inicio 30 días antes del de desmonte). Es importante señalar que, el desmonte no se realizará al mismo tiempo en la totalidad de la superficie del proyecto y su avance será gradual, de la misma manera el programa se ejecutará de manera gradual.</td></tr>
<tr><td>Indicador de Cumplimiento</td><td>
Trasplantar y reproducir las especies de interés ecológico del tipo de vegetación en el área del proyecto, lo que permite reducir al mínimo el impacto a la riqueza de especies en la zona.

Número de individuos: (Número de individuos rescatados/Total de individuos a rescatar) * 100
Avance: (Número de individuos establecidos/Número de individuos rescatados) * 100

Mantener el 80% de sobrevivencia de las especies rescatadas tanto en bolsa en el área temporal, como ya establecidas en campo.

Tabla 6. Indicadores de cumplimiento.
<table>
<tr><th>Indicador</th><th>Fase de Medición</th><th>Meta</th><th>Acciones complementarias</th></tr>
<tr><td>Sobrevivencia de plantas proveniente del rescate</td><td>Durante el mantenimiento de la planta en bolsa y mensual a partir de la plantación</td><td>80% de sobrevivencia de las especies rescatadas tanto en bolsa en el área temporal, como ya</td><td>Replante de especies muertas cuando se disminuya del 80% de sobrevivencia, con planta producida en vivero.</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Programa de Rescate de Flora	
	establecidas en campo
Supervisión	Previo al inicio de las actividades de desmonte. Diario hasta concluir el proceso de rescate y reubicación.
Posibles medidas complementarias	De no lograrse el rescate del 100% de los especímenes, se propondrá la producción y establecimiento de las cantidades necesarias por especie para cumplir la meta y con ello mantener la biodiversidad del área.
Descripción de actividades	El rescate contempla, el trasplante de plántulas de las especies seleccionadas o en su caso la recolección de material genético para su reproducción en vivero y su posterior establecimiento en las áreas a restaurar o compensar en el mismo Sistema Ambiental. Las actividades puntuales del programa se detallan en el programa de rescate de flora que forma parte de este DTU-B. La ubicación de las áreas de rescate son las mismas áreas de del predio de compensación adicional y los lugares de reubicación son los polígonos del programa de reforestación.

*Las actividades específicas del programa se detallan en extenso en el programa anexo.

VII.1.2 PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Este Programa tiene como objetivo evitar la afectación de las especies de fauna presentes en el sitio, con el propósito de que el proyecto no afecte a biodiversidad, riqueza y abundancia de fauna, por lo que los detalles de este programa se describen a continuación:

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	
Descripción y Objetivo	Este Programa tiene como objetivo Identificar especies de fauna que por sus características e importancia es necesario rescatar y/o en su caso proceder a reubicarlas antes de las actividades del proyecto, con el propósito de contribuir a la preservación y conservación de esas especies, con énfasis en las especies de lento desplazamiento y las que se encuentren en un cierto estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas actividades se llevarán a cabo previo a los trabajos de desmonte y despalme, mediante recorridos para ahuyentar a la fauna, así como detectar nidos, madrigueras y/o refugios de la fauna silvestre; con el fin de ser señalados para su protección y que sean abandonados por sus habitantes de forma paulatina conforme el avance y ruidos propios de la maquinaria. Con la implementación correcta de este Programa de rescate, los grupos faunísticos encontrados en el sitio del proyecto no se verán comprometidos por el desarrollo del proyecto, debido a que estas especies se pueden trasladar en zonas aledañas al proyecto donde cumplen las mismas condiciones del predio sujeto a CUSTF.
Impacto que mitiga	Afectación de la Biodiversidad, Riqueza y disminución de la Abundancia de especies de fauna debido al cambio de uso de suelo forestal. El impacto potencial de afectación a la fauna se centra en las especies terrestres de lento desplazamiento, debido a que, para el caso de las aves por sus condiciones de desplazamiento aéreo y la habilidad de los mamíferos tienden a desplazarse con mayor facilidad ante la presencia humana, por lo que con prácticas de ahuyentamiento que se detallan en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna anexo al presente estudio, se evitan daños a dichas especies.
Meta	Realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento dentro de las **0.9749 hectáreas** es decir en la totalidad del proyecto. Determinar una meta en cuanto al número de organismos a rescatar es sumamente difícil, en virtud de la movilidad de la mayoría de las especies que, si bien se tuvo una idea al realizarse el muestreo, no necesariamente se podrán encontrar el mismo número de especies y organismos. De acuerdo con lo anterior, se puede determinar que cuando menos se podrán ahuyentar y/o rescatar aquellos individuos previamente observados en los muestreos y que se encuentran en algún estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo 3 **especie identificadas en el predio de CUSTF y/o CHF pero** que se definen a continuación:

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna

Tabla 7. Listado de especies de fauna incluidas en el rescate.

Clase	Especie	Nombre común	Desplazamiento
Mamíferos	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	Lento
Mamíferos	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	Lento
Mamíferos	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	Lento
Mamíferos	*Osgoodomys banderanus*	Rata	Lento
Mamíferos	*Procyon lotor*	Mapache	Lento
Mamíferos	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	Lento
Reptiles	*Anolis nebulosus*	Anolis	Lento
Reptiles	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	Lento
Reptiles	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	Lento
Reptiles	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	Lento
Reptiles	*Iguana iguana*	Iguana verde	Lento
Reptiles	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	Lento
Reptiles	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	Lento
Reptiles	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	Lento
Reptiles	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	Lento
Reptiles	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	Lento

De acuerdo con lo anterior, se observaron durante los muestreos en el área del proyecto y cercano a él, 3 especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pudiendo ser más de acuerdo con el tipo de hábitat y reportes de la zona, aunque es muy poco probable la presencia de un mayor número de mamíferos grandes debido a la cercanía de las zonas que actualmente presentan actividades antropogénicas, por lo que estas especies han emigrado de la zona a partes más alejadas dentro del sistema ambiental. Sin embargo, lo observado de manera directa con el muestreo se considera como un dato base para poder dimensionar las medidas del programa de rescate.

Etapa de Aplicación

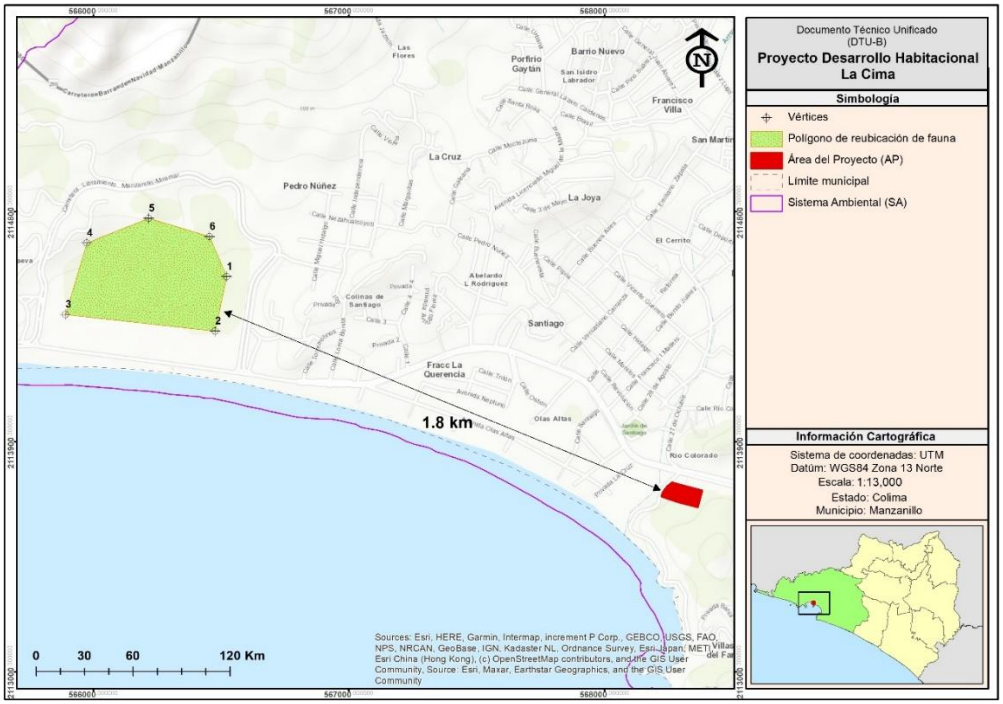
Estas actividades se llevarán a cabo previo a los trabajos de desmonte y despalme, mediante recorridos para ahuyentar a la fauna, así como detectar nidos, madrigueras y/o refugios de la fauna silvestre; con el fin de ser señalados para su protección y que sean abandonados por sus habitantes de forma paulatina conforme el avance y ruidos propios de la operación del proyecto.

Es importante señalar que, en virtud de que el desmonte no se realiza al mismo tiempo en la totalidad de la superficie requerida por el proyecto y su avance es gradual, de la misma manera el programa avanza EL CUSTF.

Indicador de Cumplimiento

Las diferentes etapas del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna se realizarán teniendo a un supervisor y/o coordinador del proyecto especialista en fauna.

Verificación diaria de campo durante los trabajos de eliminación de vegetación a fin de que ya no existan especies de fauna que puedan ser afectadas.

Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	
	Para tener la certeza de que el rescate fue exitoso y se tengan buenos resultados se debe de tener por lo menos la siguiente información probatoria y reportarla en el primer informe que requiera la autoridad: • Número de ejemplares rescatados (por especie). • Proporción de ejemplares capturados en relación con el total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie. • Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total a intervenir por el proyecto. • Número de capturas en los días sucesivos: para rescate de varios días consecutivos, en los que se determina el número acumulado de capturas, de modo de estimar el nivel de saturación de capturas. • Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo: para rescates de más de un período de captura. Finalmente evitar al 100% la afectación a las especies de fauna silvestre que circulan en el sitio del proyecto (Cero especies afectadas).
Supervisión	Previo al inicio de las actividades de desmonte. Diario hasta concluir el proceso de rescate y reubicación.
Descripción de actividades	Las actividades puntuales del programa se detallan en el programa que forma parte de los anexos.  Figura 1. **Sitios de reubicación de fauna.**

VII.1.3 PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DEL PREDIO DE COMPENSACIÓN ADICIONAL

Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional	
Descripción y Objetivo	El Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional es una acción que el promovente pretende ejecutar sobre terrenos que presentan una condición de baja cobertura, es decir áreas que actualmente no es forestal. La restauración tienen por objetivo, mitigar y/o compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de resarcir el daño ambiental hacia el sitio del proyecto con acciones que tiendan a disminuir la erosión a ocasionar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo IV "Descripción del Sistema Ambiental" del DTU e igual manera incrementar la biodiversidad que actualmente existen en estas áreas en condición de vegetación secundaria arbustiva con un deterioro notable. Con la restauración, teniendo como actividad principal a la reforestación o propiamente a través del enriquecimiento de rodales de un predio adicional, acompañado obras de conservación de suelo a través de terrazas individuales para mejorar la sobrevivencia e incremento de la infiltración del para así promover los servicios ambientales que desarrolla la vegetación. La restauración del sitio comprende las siguientes acciones: • Reforestación de un terreno no forestal con 1283 individuos/hectárea • Construcción de terrazas individuales • Construcción de barreras de material muerto proveniente del desmonte
Impacto que mitiga	La restauración del predio de compensación adicional se considera una medida de mitigación del proyecto para atenuar y/o compensar la **disminución de la cobertura vegetal** debido al desmonte que se requiere necesariamente para la ejecución del proyecto. Mitigar la afectación de la biodiversidad por la eliminación de las diversas especies de flora por el desmonte de **0.9308 hectáreas** de vegetación de Selva Baja Caducifolia. Los trabajos de restauración que consiste en la reforestación juntamente con las obras de conservación de suelo y agua, estas acciones tienen por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo IV.
Meta	**Restauración de 1.1 hectáreas**, con el establecimiento de una reforestación con una densidad de plantación de 1,283 plantas por hectárea (forma irregular) en polígonos identificados en el anexo.

<table>
<tr><th colspan="2">Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional</th></tr>
<tr><td></td><td>
Establecer 1,411 plantas de especies nativas, con el propósito de proteger el suelo y promover la infiltración del agua y mejorar la cobertura del suelo y la biodiversidad.

Tabla 8. Superficie y número de plantas a establecer.

Superficie ha	Densidad Plantas/ha	Núm. de plantas
1.1	1,283	1,411

Adicional a la reforestación la meta de las obras de conservación de suelo y agua a construir serán las siguientes:

Tabla 9. Meta de obras de conservación de suelo y agua.

Obra	Área (ha)	Densidad/ha	Núm. de obras
Terrazas individuales	1.1	1,283 terrazas	1,411 terrazas

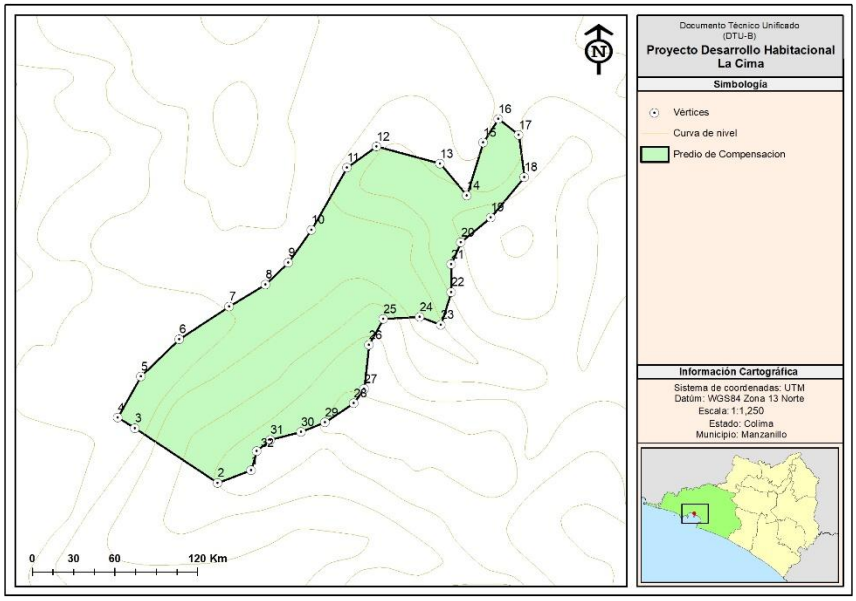


Figura 2. **Polígonos de las áreas a restaurar (adicional).**
</td></tr>
<tr><td>Etapa de Aplicación</td><td>La restauración del predio de compensación adicional que por cuestiones logísticas la producción de planta se tiene contemplado la restauración de estos predios hasta finales del primer año de ejecución.

Una vez concluida la restauración se considera actividades de monitoreo y mantenimiento de estas áreas, con actividades como replante, riego de auxilio, control fitosanitario, prevención de incendios, deshierbe, etc.</td></tr>
<tr><td>Indicador de Cumplimiento</td><td>Restauración de 1.1 ha que inicialmente son terrenos de pastizales con algunos arbustos con cobertura del 20% en promedio, recuperando las especies nativas, incrementando la cobertura del dosel, reducción de la erosión y mejorando el hábitat para la fauna silvestre.</td></tr>
</table>

Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional	
	Superficie restaurada: (Superficie restaurada/Superficie a restaurar) * 100 Sobrevivencia: P= $\frac{\sum_{i}^{n}=1}{\sum_{i}^{n}=1} \frac{ai}{mi} x\ 100$ Dónde: $\sum_{i}^{n} = 1$ sumatoria de los datos de acuerdo a la variable a o m p= proporción estimada de árboles vivos ai= número de plantas vivas en el sitio de muestreo i mi= número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i Avance: (Superficie de restauración/Superficie restaurada) * 100
Supervisión	Diario desde el proceso de reproducción de planta y durante el establecimiento de la planta. Ya establecida la planta en los sitios a restaurar se tendrá una supervisión técnica mensual en conjunto con diagnósticos fitosanitarios, además de los reportes semestrales para la autoridad ambiental.
Posibles medidas complementarias	De no lograrse la sobrevivencia de cuando menos el 80% de las especies plantadas durante los **5 años de mantenimiento**, se propondrá la producción y establecimiento de las cantidades necesarias para cumplir la meta mediante reposición de la planta y adecuado mantenimiento.
Descripción de actividades	Las actividades puntuales del programa se detallan en el **Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional** que forma parte de los anexos de este DTU.

VII.1.4 PROGRAMA DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA

Programa de obras de conservación de suelo y agua.	
Descripción y Objetivo	Las obras de operación en el **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** incluye una serie de acciones y obras de conservación de suelo y agua, tienen por objetivo, mitigar los impactos a generar por la construcción del proyecto, específicamente aguas arriba para controlar los escurrimientos a fin de disminuir la velocidad de los escurrimientos durante un evento de precipitación, así como contener el acarreo de azolves y finalmente con un diseño de plataformas y la urbanización conforme a un criterio técnico. El diseño de las obras de conservación de suelos y manejo de las escorrentías estarán basados en los controles necesarios que se considere para minimizar la emisión de sedimentos en las aguas superficiales durante la construcción, operación y rehabilitación del Proyecto. Estos controles incluyen el diseño de las estructuras, prácticas de mitigación y prácticas de manejo. Se habilitarán canaletas para el manejo de las escorrentías aguas abajo del área del proyecto y fosas de sedimentación o de asentamiento de sólidos, como obras principales que controlarán la cantidad de agua y prevendrán arrastres de suelo o sólidos. Los canales tienen la función controlar el agua que escurre naturalmente hacia el sitio del proyecto y conducirla hacia sus drenes naturales, lo que reduce la cantidad de agua en el proyecto de explotación y controla uno de los principales factores de riesgo para su estabilidad. Las prácticas de manejo del drenaje de agua que se utilizarán durante la operación del proyecto implican principalmente, la construcción y/o habilitación de canales para el manejo del agua superficial y las fosas de sedimentación.
Impacto que mitiga	El programa incluye diversos tipos de obras para el control de la erosión y los sedimentos. En primer lugar, la implementación de estructuras para el control de erosión y sedimentos, criterios que tienen la finalidad de minimizar y mitigar impactos negativos al medio ambiente. De igual manera se ha diseñado un sistema de drenaje de aguas superficiales para canalizar los cursos de agua superficial alrededor del proyecto y dentro del mismo, a fin de controlar el exceso de agua que pudiera afectar las áreas del proyecto el acarreo de azolves. En consecuencia, el impacto que se mitiga es la potencial pérdida o acarreo de azolves y sus consecuencias a la calidad del agua.
Meta	Se realizarán una serie de obras destinadas a la protección de los arroyos cercanos a la operación, que controlarán la cantidad de agua y prevendrán arrastres de suelo o sólidos. **25 zanjas de infiltración**, la mayoría de escorrentía se produce durante los períodos de lluvia entre verano/otoño. En el ámbito local los escurrimientos actualmente fluyen por tierra superficial a los cursos de agua/arroyos intermitentes. Estos estanques recogerán las aguas superficiales de los eventos de precipitación. Proporcionan a las funciones: 1. Reducir la erosión hídrica. 2. Interceptar los escurrimientos superficiales. 3. Incrementar la infiltración del agua de lluvia.

Programa de obras de conservación de suelo y agua.

4. Auxiliar a la reforestación en la sobrevivencia de especies vegetales en la etapa de restauración;

La zanja de infiltración aguas abajo del sitio del proyecto se incrementará la capacidad de infiltración en 1,096.20 m^3, con este volumen por sí mismo se logra compensar la disminución de la infiltración a causa del CUSTF, el cual es de 751 m^3 menos al que se tiene actualmente.

Se habilitarán cunetas dentro de la vialidad de acceso la cual tiene la función de desviar el agua que escurre naturalmente hacia las fosas de sedimentación.

Se construirán al menos **4 piletas desarenadoras o de asentamiento de solidos de una capacidad de 0.375 m^3 cada una,** lo que permitirán la retención de sólidos. Se implementarán gaviones o equivalentes para controlar la erosión y arrastres de sólidos.

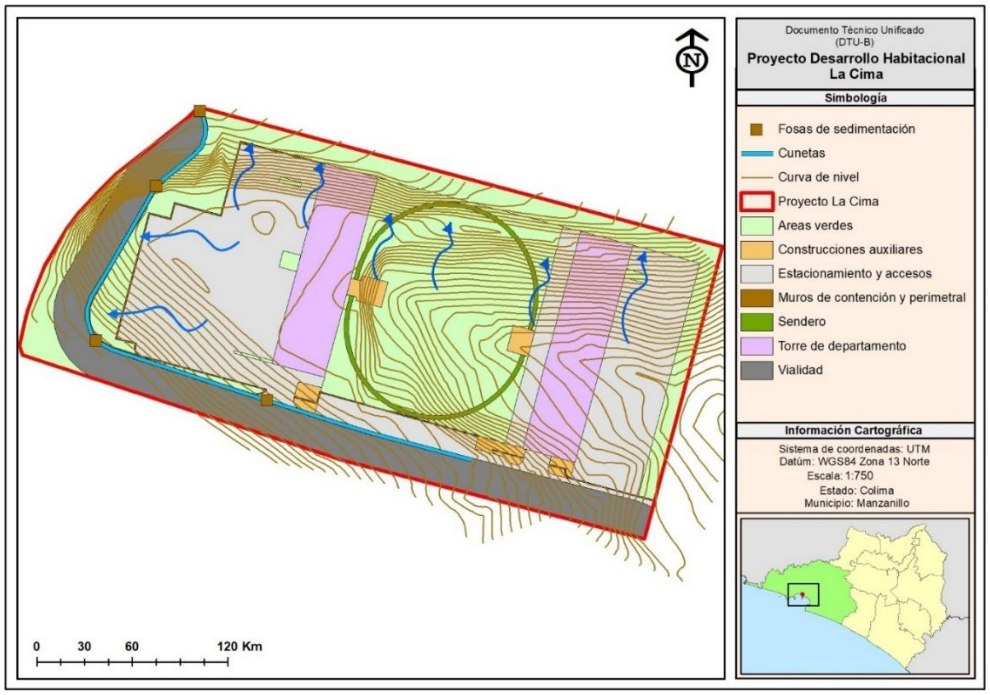
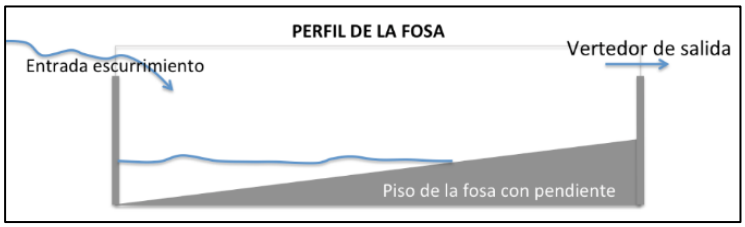


Figura 3. **Medidas a considerar en el programa de obras de conservación de suelo y agua.**

Así mismo, el proyecto contempla la construcción de 4 disipadores sobre la zanja de infiltración, la ubicación de los disipadores de energía se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10. Coordenadas UTM del punto central de las fosas de sedimentación

No.	X	Y
1	568263	2113740
2	568253	2113723
3	568240	2113688
4	568279	2113674

Programa de obras de conservación de suelo y agua.	
Etapa de Aplicación	La zanja de infiltración se construirá junto con la etapa de preparación del sitio, es decir posterior al desmonte, para captar las aguas superficiales al área del proyecto. Las obras de manejo de las escorrentías al interior se realizan en la conformación de cada zona.
Indicador de Cumplimiento	Con el propósito de asegurar la conservación de suelos, se realizará una supervisión permanente en las áreas del proyecto para dar cumplimiento de las metas establecidas al 100% Número de obras: (número de obras construídas/ obras planeadas) * 100 Metros lineales de cunetas: (m construidos/m planeados) * 100
Supervisión	Se llevará a cabo actividades de monitoreo de sedimentos desde la etapa de preparación del sitio hasta la conclusión de las actividades de restauración, el cual proporcionará aviso a tiempo con relación a los impactos reales o potenciales. • Semanal durante la ejecución de los trabajos • Semestral durante los años siguientes El sistema de obras de drenaje pluvial será mantenido por el personal de operaciones durante todo el tiempo de vida del proyecto.
Posibles medidas complementarias	De no lograrse la construcción del número de obras programadas, se deberá de establecer la causa y las medidas complementarias, entre las que se encuentran: cumplir con las obras faltantes o justificar la sustitución y efectividad de las nuevas obras propuestas.
Descripción de actividades	Descripción de las obras: <u>Estructuras disipadoras de energía</u> Los cajones reductores de velocidad y de sedimentación se construirán con mampostería y recubrimiento de cemento por la parte interna del cajón, este cajón o fosa tendrá las siguientes características, 1.5 metros de largo por 0.5 metros de ancho por 0.5 metros de profundo.  Figura 4. **Perfil de las fosas** <u>Cunetas y manejo de escorrentías</u> En las zonas del proyecto donde se construya la vialidad, es donde se tiene un potencial de erosión se implementarán medidas estabilizadoras, se construirán canaletas que eviten el arrastre de sedimentos. Es importante mencionar que en este tipo de áreas de trabajo serán monitoreadas mediante inspecciones durante la operación del proyecto.

Programa de obras de conservación de suelo y agua.

Las cunetas son obras de drenaje pluvial, cuya función es la de evitar que el agua de escorrentía durante un evento de precipitación incremente el riesgo de deslave o derrumbe.

Los canales dirigirán sus descargas hacia una pileta de asentamiento de sólidos (fosa de sedimentación), la cual se estará limpiando constantemente para que siempre tenga capacidad de almacenamiento y de retención de los sólidos que pueden llegar a ellas.

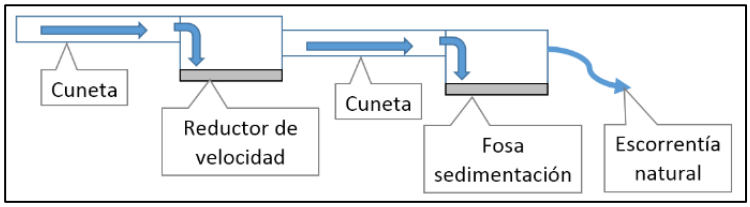


Figura 5. **Funcionamiento de las fosas de sedimentación**

Zanja de infiltración

Se ha diseñado la construcción de "zanjas de infiltración" aguas abajo del proyecto, aguas abajo del proyecto, hacia la parte sur y oeste del proyecto, estas obras darán una infiltración adicional con lo que se compensará la infiltración perdida por el CUSTF, estas obras tienen por objeto aumentar la infiltración y la retención de suelo dentro del área del proyecto con lo cual se logrará compensar este impacto dentro del sitio del proyecto. Las zanjas de infiltración tendrán las siguientes funciones:

- Reducir la erosión hídrica.
- Interceptar los escurrimientos superficiales.
- Incrementar la infiltración del agua de lluvia.
- Auxiliar a la reforestación en la sobrevivencia de especies vegetales en la etapa de restauración.

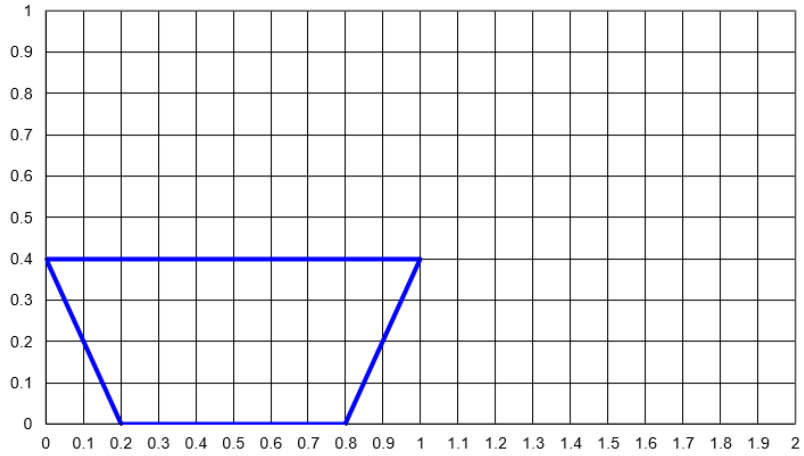


Figura 6. **Dimensiones de la zanja de infiltración.**

Programa de obras de conservación de suelo y agua.

En el diseño de esta obra, se debe considerar al recurso agua como el elemento más importante de administrar, ya que es posible controlar el volumen y la velocidad de los escurrimientos superficiales mediante el uso de zanjas de infiltración. Estas zanjas benefician directamente al suelo al evitar erosión y promover mayor supervivencia del área de escurrimiento, esto es, la superficie de aguas arriba de la zanja, por donde escurre el agua precipitada que llega del manejo hidráulico de las aguas del sitio del proyecto.

Tabla 11. Cálculo de la capacidad de infiltración de la zanja.

Parámetro	Unidad	Cantidad
Altura	m	0.4
Ancho superior	m	8
Largo	m	1
Área de la zanja	**m^2**	**8**
Tasa de infiltración		
Tasa de infiltración [1]	mm/hr	20.3
Infiltración = Área X tasa	m^3/hr/m	0.1624
Longitud de la zanja	m	25
Volumen de infiltración de la zanja	**m^3/hr**	**4.06**
Tiempo de infiltración		
Número de días con lluvia	Días	54
Horas	Horas/día	5
Tiempo de infiltración	**Horas**	**270**
Capacidad del volumen de infiltración	**m^3**	**1,096.20**

Barreras de material muerto

Con relación a la eficacia para mitigar la erosión de los suelos, al no haber suelo posterior al desmonte, la eficacia es contener los azolves provenientes de la preparación del sitio por la acción del desmonte principalmente. En el Programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua se detallaron los cálculos de la eficiencia de cada una de las obras por separado presentando un resumen del volumen que estarían captando en los niveles de erosión por medida.

La contribución de la disminución de la erosión por parte de esta obra mecánica es incluida dentro del factor (P), sin embargo, por sí misma esta obra en cuanto a volumen de 0.14 m^3 por metro lineal de construcción, si se contempla el realizar 800 metros lineales aguas abajo del sitio del proyecto el volumen en conjunto será de 113.95 m^3, si este volumen lo representamos en toneladas retenidas (multiplicar por el factor de 1.2) representa una capacidad de 136.74 toneladas para retener erosión.

Programa de obras de conservación de suelo y agua.

Tabla 12. Diseño de las barreras de material muerto

Pendiente media	Altura	Espacia-miento	Capacidad de retención (m^3)	Volumen de retención (ton)	Metros de barreras necesarias a construir	Capacidad de retención (ton)
29.32	0.4	0.7	0.14	0.17	800	136.74

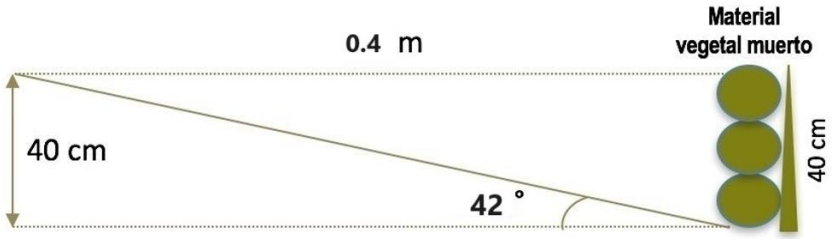


Figura 7. **Diseño de las barreras**

VII.1.5 PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

Plan de Manejo de Residuos	
Descripción y Objetivo	El promovente del **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, mantendrá estrategias permanentes de manejo y minimización de residuos en las diferentes etapas. Estas estrategias se implementarán para el proyecto solicitado y se modificarán o adaptarán, según se requiera, a fin de cumplir con los requerimientos de manejo de desechos específicos del Proyecto. A continuación, se resumen las principales estrategias de manejo y minimización de desechos. C.1. Manejo de residuos sólidos Establecer lineamientos básicos para el manejo de los residuos sólidos de tipo urbano que se generarán en las diferentes actividades del proyecto, con el objetivo de reducir los impactos sobre el ambiente y riesgos a la salud de las personas bajo los criterios de eficiencia ambiental, valorización y tratamientos que sean viables en el lugar de generación. Los sitios temporales de Acopio tendrán las siguientes características: • El color que identificará a los contenedores de RSU y sus espacios será de fácil identificación y colocados estratégicamente en el área de cocina y en puntos estratégicos. • El sitio de acopio será ubicado donde el generador determine para la posterior recolección de RSU por el área de Servicios. Este deberá estar suficientemente cerca del área generadora para que el personal del área de servicios pueda llevar los residuos y deberá contar con el espacio suficiente para los contenedores de cada tipo de residuo que genere el área. • Los sitios de acopio deberán estar debidamente señalados (empleando los colores del Código), con las separaciones para cada tipo de residuo, protegidos contra lluvia, fauna nociva, contención de malos olores, protección a suelo y accesibles a los vehículos de recolección. • El retiro de RSU de los Sitios de Acopio se hará semanalmente. Los residuos del tipo Sólido Urbano, se retirarán directamente de los sitios de acopio hacia el relleno sanitario de Manzanillo. • La mezcla de residuos puede generar reacciones de incompatibilidad o convertirlos en residuos no valorizables. La mezcla fuera de los tipos determinados será falta a los procedimientos de la empresa. • El mantenimiento de los sitios de acopio será realizado por servicios mediante programa actualizado y entregado a Medio Ambiente anualmente. Adicionalmente todos los usuarios son responsables de depositar los residuos adecuadamente separados y evitar desorden de los Sitios de Acopio. • Cualquier duda en la clasificación y manejo de los residuos deberá consultarse con el responsable de Medio Ambiente. Así como en caso de haber algún residuo nuevo.

Plan de Manejo de Residuos	
	Destino de los RSU: • El destino de los RSU deberá ser preferentemente hacia valorización, procurando que se integren como materias primas en otras empresas encargadas de su co-procesamiento. • El transporte deberá ser en vehículos que impidan contaminación a suelo por escurrimientos, desbordes ó caídas accidentales. Si el transporte es al exterior deben cumplir la normatividad aplicable y con notificación a los ayuntamientos locales. • El destino final de los RSU que no hayan sido valorizados o recuperados deberá ser al relleno sanitario Municipal de Manzanillo que está en cumplimiento a la normatividad federal y estatal aplicable. Para la etapa de operación ya corresponderá al Ayuntamiento la prestación de este servicio. C.2. Manejo de residuos peligrosos Los Residuos Peligrosos (RP), Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. Para el adecuado manejo de este tipo de residuos, la empresa promovente tiene el objetivo de "Establecer los lineamientos a seguir para el adecuado manejo y control de los residuos peligrosos atendiendo la normatividad ambiental en las instalaciones bajo su responsabilidad". Las actividades por desarrollar son las siguientes: • El proceso de construcción del patio no utiliza ni genera sustancias o residuos peligrosos. Los residuos peligrosos que se generarán son resultado del mantenimiento de la maquinaria pesada que se utiliza para la conformación de la plataforma, cortes y niveles, despalmes, movimiento de tierras y en la operación con las grúas para la carga y descarga de los contenedores. Este tipo de residuo en general se integra por aceites y lubricantes usados; sólidos impregnados (estopas/trapos) y acumuladores. • Por la dimensión del proyecto (pequeño) no se pretende construir infraestructura o equipamiento para dar mantenimiento a la maquinaria a utilizar, por lo que se tiene la ventaja de que está dentro de la localidad de Manzanillo donde se le dará mantenimiento al equipo, esto ayudará a que en el proyecto no se generarán residuos peligrosos. C.3. Residuos de Manejo Especial *Residuos Vegetales.* Los residuos vegetales tales como troncos y ramas serán utilizados en las obras de conservación de suelo y agua, para la construcción de barreras de material muerto en la parte baja del proyecto. *Material de construcción.*

Plan de Manejo de Residuos	
	El material sobrante proveniente de actividades como la construcción de las dos torres, vialidades, baquetas, machuelos, infraestructura y demás obras necesarias será recolectada y depositada en sitios autorizado para ello como material de relleno. El material sobrante de los cortes y terraplenes será colocado en el sitio exprofeso para ello, por lo que de manera general será utilizada como para nivelaciones, esto trae consigo beneficios ambientales al no afectar más área que la necesaria para conformación de la plataforma.
Impacto que mitiga	Evitar la afectación de la calidad del agua superficial y subterránea, así como de mantener las condiciones sanitarias de operación del proyecto.
Meta	Asegurar una disposición final adecuada de los residuos generados en el **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, generados del proceso de desarrollo y construcción del fraccionamiento, de una forma ambientalmente segura y siguiendo los criterios de las normas oficiales mexicanas aplicables.
Etapa de Aplicación	Estas actividades se llevarán a cabo de acuerdo con la etapa en que se requieran, desde el desmonte hasta la operación permanente por lo que la etapa de aplicación es en toda la vida útil del proyecto.
Indicador de Cumplimiento	La evaluación del plan de manejo se realizará por el responsable ambiental del proyecto, en la cual se emplearán los indicadores ambientales siguientes: • Generación de residuos conforme a su clasificación (Ton / mes). • Superficie ocupada / mes. Así mismo y de manera anual se realizará un informe con los resultados de la evaluación efectuada en la cual se plasmarán las áreas de mejora identificadas en el manejo integral de los residuos
Supervisión	*Residuos Vegetales.* La salida del material vegetal debe ser registrada en la **bitácora del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales** donde se registren las salidas por tipo de material y volumen. *Residuos de manejo especial.* El seguimiento al manejo de residuos de la construcción se realizará a través del supervisor de construcción del proyecto.
Posibles medidas complementarias	De obtener un reporte del mal manejo de residuos se llevarán a cabo de manera inmediata trabajos de contingencia según el tipo de residuo.
Descripción de actividades	Las actividades puntuales del programa se detallan en el **Programa de Manejo de Residuos** que forma parte de los anexos de este DTU.

VII.1.6 DELIMITACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS AUTORIZADOS PARA CUSTF

CONTROL DE ÁREAS DE DESMONTE	
Objetivo	De acuerdo con programa de ejecución del proyecto, en la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la delimitación e identificación de las áreas autorizadas para el CUSTF. Esta medida tiene el propósito de evitar la afectación de áreas adyacentes no previstas en el diseño del proyecto, para lo cual se implementarán las siguientes acciones: • Capacitar a los trabajadores del proyecto sobre la necesidad de conocer y proteger la flora y vegetación existente en las zonas adyacentes al proyecto. • Prohibir cortar vegetación y recolección de leña en zonas no autorizadas. • Demarcar previamente las áreas que serán intervenidas.
Impacto que mitiga	Afectación de flora y suelo fuera de los limites autorizados para el CUSTF.
Meta	Realizar el CUSTF dentro de los limites autorizados de las 0.9308 ha
Etapa de Aplicación	Preparación del sitio.
Indicador de Cumplimiento	Superficie desmontada/ superficie autorizada = **<1**
Supervisión	Semanalmente durante las actividades de despalme y desmonte.
Posibles medidas complementarias	Restauración de las áreas afectadas fuera de los polígonos autorizados para el CUSTF.
Descripción de actividades	Con el apoyo de una brigada de topografía se delimitarán las zonas sujetas a desmonte y despalme que correspondan. Se realizará la marcación al inicio y durante el avance de obra de todas las áreas contempladas en el proyecto. Así mismo se realizará la delimitación con elementos visibles a las áreas colindantes con la vegetación forestal, en las cuales no se deberá realizar ninguna actividad; para ello se colocarán las correspondientes señalizaciones que indiquen la presencia de estas áreas de tal manera que no resulten afectadas por la acción de la maquinaria u otro proceso. La delimitación se realizará con apoyo de un GPS con un equipo de topografía identificando con postes de PVC (mínimo de 2 metros de altura) 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.

VII.1.7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS MODERADOS

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 generales que coadyuvarán a las previamente descritas, por lo que se presenta en la siguiente tabla las acciones/medidas que se llevarán a cabo, así como el tiempo en que se aplicarán y la normatividad que deberá acatarse para su realización.

Tabla 13. Medidas de prevensión, mitigación y compensación ambiental adicionales a realizar.

Componente	Impacto	Medida de prevención	Periodo de aplicación	Normatividad aplicable
Flora	Disminución de la diversidad y abundancia de especies.	1. Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada (Delimitación e identificación de las áreas autorizadas). 2. Se prohibirá la extracción de especies florísticas. 3. Concientización del personal de trabajo a fin de evitar o disminuir daños a la flora. 4. Aplicación correcta del derribo direccional de árboles. 5. 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. 6. Se deberán de rescatar todas las especies susceptibles. 7. Señalización de temática ambiental	De manera previa y durante el desmonte	NOM-061-SEMARNAT-1994: Especificaciones de las técnicas de derribo de árboles.
	Disminución de la cobertura Vegetal.	1. El desmonte se deberá realizarse de forma manual, con machetes, motosierra 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. 2. Queda prohibido considerar para la reforestación con especies exóticas y/o agresivas que puedan provocar desplazamiento y competencia de poblaciones vegetales.	Durante el desmonte. Durante la operación del proyecto	NOM-061-SEMARNAT-1994: Especificaciones de las técnicas de derribo de árboles.
Fauna	Disminución de abundancia y diversidad de fauna.	1. Ahuyentamiento de las especies a zonas aledañas. 2. Reubicación de nidos y desalojo de madrigueras. 3. Se prohibirá la extracción ilegal de especies faunísticas. 4. Señalización de temática ambiental	Durante la preparación	NOM-059-SEMARNAT-2010: especifica las especies con algún estatus de protección;

Componente	Impacto	Medida de prevención	Periodo de aplicación	Normatividad aplicable
	Reducción del Hábitat.	5. Capacitación y concientización del personal en temas ambientales y riesgos. 6. Respetar los límites del área del proyecto. 7. Estará prohibido afectar cualquier zona de refugio de fauna (madrigueras, nidos, etc.). 8. El promovente establecerá reglamentos internos que eviten cualquier afectación sobre la fauna.	del sitio y construcción.	en peligro de extinción (P), Amenazadas (A), sujetas a protección especial (Pr).
Aire	Disminución de la calidad del aire.	1. Realizar 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. 2. Se utilizarán lonas para cubrir los camiones que transporten material terrígeno hacia el sitio de la obra o lo saquen del mismo. 3. El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos. 4. La circulación de los vehículos de carga en la zona del proyecto será con velocidad menor a 20 Km/h. 5. 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. 6. Emisiones de gases con estricto apego a la normatividad ambiental.	Durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto	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". NOM-041-SEMARNAT-2015: Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes de los vehículos automotores 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 nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que

Componente	Impacto	Medida de prevención	Periodo de aplicación	Normatividad aplicable
				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. 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 amoniaco, 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. 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.

Componente	Impacto	Medida de prevención	Periodo de aplicación	Normatividad aplicable
	Emisiones de ruido	1. Utilizar maquinaria acorde con los movimientos que se van a realizar y el entorno de la obra. La Programación de actividades se realizará en horarios normales de trabajo y se buscará que se eviten situaciones que tengan la acción conjunta de varios equipos que causen niveles sonoros elevados por su funcionamiento al mismo tiempo. 2. La Circulación vehicular en el área del proyecto deberá hacerse con escape cerrado y con velocidad menor a 20 Km/h. 3. Para atenuar el impacto ocasionado por el incremento de los niveles de ruido por el uso de maquinaria pesada o tránsito de camiones el horario de trabajo será de 6 a 22 horas 4. Se establecerá un programa de monitoreo de emisiones de ruido en la perimetral del proyecto para estar dentro de los niveles permitidos.	Durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto	NOM-081-SEMARNAT-1994: especificaciones de límite máximo permisible de ruido para un horario de 6 a 22 hrs.
Suelo	Perdida de suelo	1. Los residuos vegetales generados durante las acciones de preparación del sitio se utilizarán en el área de compensación en el picado y esparcido para proteger el suelo fértil rescatado. 2. Mantener zonas verdes y vegetación perimetral como barreras contra polvo y ruido	Durante la preparación del sitio y la aplicación de medidas de compensación.	NOM-052-SEMARNAT-2005: especificaciones por contaminación de suelo y agua por derrame de combustibles y residuos sólidos.
	Cambio de características fisicoquímicas (calidad)	1. Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego ni de agroquímicos. 2. Toda la maquinaria y equipo por utilizar estará en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles. 3. 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. 4. Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. 5. Colocación de contenedores rotulados de residuos sólidos.	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.

Componente	Impacto	Medida de prevención	Periodo de aplicación	Normatividad aplicable
		6. 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. 7. Mantenimiento de fosas biodigestoras conforme a necesidad en la etapa de operación		
Agua	Disminución de la calidad del agua.	1. Quedará prohibido el vertido de cualquier residuo contaminante en los cuerpos de agua cercanos al proyecto. 2. Se colocarán sanitarios portátiles para el control de desechos y evitar la contaminación del agua en la etapa de preparación del sitio y construcción en la etapa de operación será a través de fosas con biodigestores sellados. 3. Toda la maquinaria y equipo por utilizar estará en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles. 4. Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas fuera del sitio del proyecto. 5. Manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. 6. Colocación de contenedores rotulados de residuos sólidos. 7. 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. 8. Mantenimiento de fosas biodigestoras conforme a necesidad en la etapa de operación	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.
Paisaje	Cambio en la Estructura/ Calidad.	1. Realizar el proyecto únicamente en la superficie autorizada y conforme al diseño geométrico presentado (Delimitación e identificación de las áreas autorizados). 2. Se colocará dentro de la jardinera, árboles en la periferia del proyecto como barrera contra polvos y amortiguamiento del impacto visual del proyecto	Durante la preparación del sitio y en las aplicaciones de las medidas de mitigación	

VII.2 IMPACTOS RESIDUALES

Considerando al impacto ambiental residual, como "El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación" (reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA), se han identificado los siguientes impactos residuales del proyecto:

El **impacto residual** corresponde a los efectos que **permanecen aún después** de aplicar las medidas de prevención/mitigación. En este caso, la **alteración geomorfológica** (cortes, rellenos, plataformas y cambios de pendiente y microrelieve) es **intrínsecamente permanente** dentro de la huella del proyecto, ya que la topografía final queda condicionada por el desplante de torres, vialidades, estacionamientos y muros, por lo que **no es completamente reversible** a su condición preoperacional.

Modificación de la topografía o relieve del área del proyecto (Geomorfología)

Descripción del impacto reducido. la **modificación de la topografía** deriva principalmente de actividades como **cimentaciones, excavaciones y cortes**, así como la **nivelación topográfica y conformación de terracerías/plataformas**, que forman parte explícita del programa de obra. La afectación topográfica solo se será en el área vialidades y plataformas, si bien la magnitud en este punto será bajo a nivel del Sistema Ambiental, por lo que el impacto de la afectación topográfica no será en la totalidad del proyecto, solamente en 5,807 m2, equivalente al 59.56% del área del proyecto.

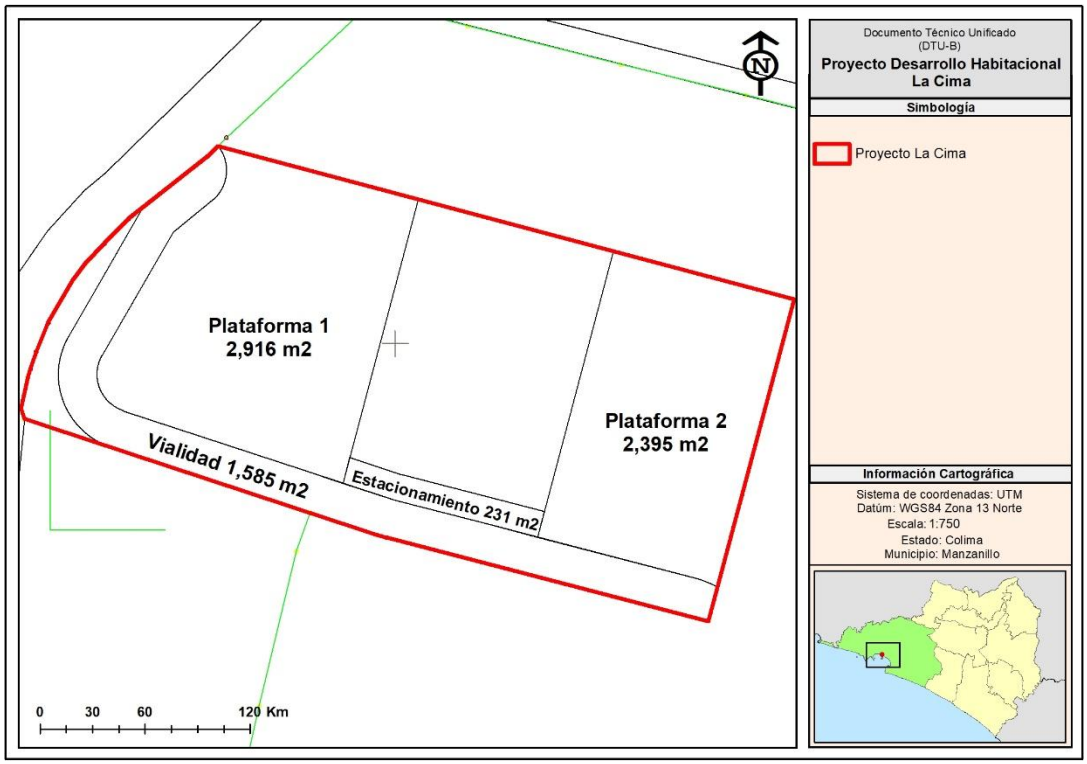


Ilustración No.VII.1. Zona de vialidades y plataformas.

De forma consistente, el análisis de nodos críticos indica que A10 (cimentaciones/excavaciones/cortes) y A5 (nivelación/plataformas) concentran impactos por movimiento de tierras, generación de sedimentos/polvos, erosión y alteración del drenaje superficial, funcionando como aceleradores de la cadena suelo–hidrología.

Por ello, aun con medidas eficaces, el impacto residual topográfico se expresa principalmente como:

- Cambio permanente de morfología local (microrelieve, pendientes y formas de ladera).
- Cambio funcional asociado: modificación del patrón de escurrimiento e infiltración en la huella urbanizada.
- Persistencia del componente hidrológico residual: el DTU reconoce que la existencia de superficies impermeables mantiene un componente residual del cambio hidrológico, cuyo desempeño depende del diseño pluvial y del mantenimiento

Tabla 14. Descripción del impacto residual a la topografía

Atributo	Calificación	Justificación técnica
Magnitud residual	Media	El cambio geomorfológico es estructural y permanente, pero espacialmente contenido a la huella del proyecto.
Extensión	Local	Se limita al predio y a zonas de corte–relleno/plataformas.
Duración	Larga a permanente	La topografía final permanece durante la operación.
Reversibilidad	Baja	Sólo sería reversible con desmantelamiento y restauración geomorfológica integral.
Recuperabilidad funcional	Media	Puede recuperarse parcialmente el desempeño (control de erosión/escurrimiento e infiltración) si se mantienen obras y cobertura vegetal.
Probabilidad de ocurrencia	Alta	La modificación es inherente a las actividades de obra (excavación/cortes/plataformas).
Significancia residual	Moderada	Por permanencia y pendientes máximas altas (64%), condicionada al desempeño del drenaje y mantenimiento.

Afectación al paisaje por del cambio de uso de suelo forestal.

El **paisaje** se entiende como el conjunto de características **visuales** (calidad visual intrínseca, vistas directas y horizonte escénico) y como patrones interconectados de ecosistemas; además, se reconoce que la calidad del paisaje puede evaluarse con base en rasgos topográficos y antrópicos y que es posible generar **mapas de huella visual** para identificar el alcance de una nueva actividad.

Identificación del impacto

- **Componente ambiental:** Paisaje (calidad visual, unidad escénica, continuidad del mosaico forestal).

- **Acciones generadoras:** Desmonte y remoción de vegetación forestal (CUSTF), nivelación/plataformas, construcción de infraestructura (volumetría, vialidades, muros).
- **Etapa de generación:** Preparación del sitio y Construcción.
- **Etapa de permanencia (residual):** Operación (consolidación urbana y permanencia de elementos antrópicos).

El área del proyecto se encuentra cubierto por vegetación forestal es decir que la afectación de este impacto será 0.9308 ha, es decir el 95.48% de la totalidad del área. Con lo cual se verá afectada la estructura y composición de la vegetación a través del desmonte y la remoción total de la vegetación, por consiguiente, se tendrá una pérdida de la calidad del paisaje y transformación a una condición de suelo desnudo, si bien esta situación será temporal, emprendiendo acciones como la urbanización y el plantado de arbolado de ornato que tenderá a disminuir la magnitud del impacto.

Tabla 15. Descripción del impacto residual a la vegetación y paisaje

Atributo	Calificación	Sustento técnico
Naturaleza	Negativo	Sustitución del paisaje forestal por urbano.
Tipo	Directo	Proviene del CUSTF y la urbanización.
Extensión	Local – Muy alta	0.9308 ha (95.48% del predio).
Duración	Larga a permanente	Permanece toda la vida útil del desarrollo.
Reversibilidad	Baja	Requeriría desmantelamiento y restauración integral.
Persistencia	Alta	El nuevo arreglo urbano permanece en operación.
Significancia residual	**Severa**	Reportado como residual severo (I23).

Tener condiciones fijas no existen en la naturaleza, siempre se encuentra en evolución y transformación, por ende, la zona del proyecto, como ya se ha demostrado, se encuentra bajo una presión social considerable por lo que en el corto plazo -aun cuando este proyecto no se ejecute- será trasformado hacia otras condiciones, disminuyendo la composición de la selva baja caducifolia en la zona desnuda y su posible migración hacia altitudes superiores afectado a otras especies.

Como conclusión la dimensión de este impacto residual se considera pequeño, aunado que se mitigará parcialmente una vez urbanizado.

VII.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

Artículo 51.- *La Secretaria podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto al cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.*

Se considera que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando: …

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; …

Objetivo General:

Establecer los fundamentos y motivos que justifiquen económicamente el monto de la garantía por el proyecto en cuestión, a fin de respaldar las estrategias de prevención, mitigación y compensación ambiental, establecidas para el proyecto, considerando los costos de ejecución de las diferentes Etapas del mismo, en el cual se incluyan, las acciones y medidas que resulten del cumplimiento de la Autorización, pero además, los costos que resulten de la atención de los daños que podrían llegarse a causar, en caso de afectar alguna especia bajo algún estatus de protección.

Objetivos Específicos:

- Identificar los costos que conllevan la ejecución de las actividades de operación del proyecto, incluyendo las acciones de prevención y mitigación de los impactos ambientales en las diferentes etapas del proyecto **“Desarrollo Habitacional La Cima”** solicitado bajo un DTU-B.
- Identificar los costos de la realización de las acciones y medidas de prevención, mitigación y compensación por la restauración del proyecto.

Este punto constituye una herramienta para la toma de decisiones y de costos/inversión complementaria a la ejecución del proyecto, además de la importancia, ya que, mediante este proceso, se valora cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de destinar recursos a una medida especifica tendiente a la prevención, mitigación y compensación ambiental. El análisis técnico y económico de proyecto, es un método para presentar el mejor uso del capital de inversión con que cuenta el promovente; de la correcta evaluación que se realice del Proyecto depende que, su ejecución, contribuyan al correcto desarrollo, a mediano o largo plazo, así como el cumplimiento de los compromisos ambientales hacia la zona y en general para el ecosistema a ser afectado por dicho proyecto.

La presente evaluación técnica y económica del proyecto, es un análisis que se realizó mediante un proceso de varias aproximaciones, de todas las etapas, desde la planeación hasta la restauración final del sitio del proyecto

de urbanización como clausura y finiquito de este. Los estudios de pre- inversión constituyen otra parte importante dentro del proceso; esta etapa culmina, con la presentación ante la SEMARNAT, para su validación. El análisis comprende un conjunto de actividades para determinación del monto de la garantía a adquirir por los compromisos ambientales del proyecto.

Ejecución del proyecto:

Al igual que a nivel nacional, en el estado de Colima el desarrollo inmobiliario es una actividad arraigada que genera importantes ingresos económicos. Sin embargo, se señala que la actividad debe realizarse conforme a las Leyes aplicables y el valor de mercado de la venta de terrenos y propiedades. Se señala que el principal reto de Colima es construir y consolidar un crecimiento económico que permita el desarrollo de la entidad y a la vez, cumplir con el compromiso social del estado.

En general, el proyecto consiste en la urbanización de 0.9749 ha, para lo cual será necesario una superficie de **0.9308 ha de terreno forestales**. Para el desarrollo del proyecto se contempla la construcción e instalación de la red de agua potable, drenaje y aguas pluviales; red eléctrica y alumbrado público; pavimentos, banquetas, machuelos, rampas y pasos peatonales; señalización; arbolado; así como la construcción del conjunto habitacional.

Por lo anterior y buscando áreas de oportunidad para apoyar y contribuir en la generación de empleos se ha seleccionado la zona del proyecto que cuenta con el potencial para la urbanización y venta de terrenos y/o casa habitación que puede aprovecharse para el beneficio de la región y buscando el mínimo impacto ambiental.

Etapas del proyecto:

En esta sección se presenta el programa de trabajo correspondiente a las actividades, de forma calendarizada, considerando también los tiempos para el cumplimiento de las medidas ambientales de restauración propuestas en el presente estudio. Las actividades del proyecto se ejecutarán en un periodo de 36 meses, el despalme y desmonte se realizará de forma gradual en un periodo de 18 meses, la etapa de Construcción 24 meses la etapa de Operación y mantenimiento tendrá un periodo de duración permanente.

Tabla 16. Cronograma general de trabajo.

Cronograma La Cima													
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
Preparación del sitio	Obras preliminares	Deslinde y señalización de áreas del proyecto												
		Limpieza de basura del terreno												

Cronograma La Cima														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
	Medidas de mitigación preventivas	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna												
		Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora												
	Ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales	Derribo de vegetación												
		Despalme del suelo												
Etapa de Construcción	Trazo de obras de construcción de terracerías y plataformas	Trazo de las obras y edificaciones												
		Nivelación topográfica												
		Vialidades												
	Obras y actividades provisionales	Habilitación de bodega temporal de materiales												
		Comedor de trabajadores												
		Oficinas móviles												
		Sanitarios portátiles												
	Construcción y obra civil	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda												
		Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).												
		Construcción de obra civil de las torres												
		Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.												
		Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.												
		Señalética y mobiliario urbano.												
		Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas												
Operación y mantenimiento	Comercialización	Comercialización y Ocupación de viviendas												

Cronograma La Cima													
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
		Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes												
Medidas de mitigación / compensación	Medidas internas (dentro del predio)	Reforestación de áreas verdes												
		Señalización de temas ambientales												
		Manejo de residuos												
	Medidas externas	Reforestación del predio de compensación												
		Obras de conservación de suelo y agua												

El resumen del costo de operación del **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 17. . Resumen del costo de operación del proyecto. $ M.N.

Etapa	Costo de operación
Preparación del sitio	$3,470,000.00
Construcción	$58,910,000.00
Operación y mantenimiento	500,000.00
Medidas de mitigación / compensación	$1,800,000.00
Subtotal	**$64,680,000.00**
IVA	**$10,348,800.00**
Total	**$75,028,800.00**

Tabla 18. Costos de operación por año/etapa.

Actividad/ Etapa del Proyecto	Semestre								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Preparación del sitio									
Deslinde y señalización de áreas del proyecto	$90,000.00								$90,000.00
Limpieza de basura del terreno	$50,000.00								$50,000.00
Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora	$120,000.00	$100,000.00							$220,000.00
Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna	$80,000.00	$80,000.00							$160,000.00
Derribo de vegetación	$250,000.00	$200,000.00							$450,000.00
Despalme del suelo		$1,250,000.00	$1,250,000.00						$2,500,000.00
Subtotal									$3,470,000.00
Construcción									
Trazo de las obras y edificaciones		$250,000.00							$250,000.00
Nivelación topográfica		$2,000,000.00	$2,000,000.00						$4,000,000.00
Vialidades		$500,000.00	$500,000.00	$500,000.00					$1,500,000.00
Habilitación de bodega temporal de materiales	$150,000.00	$30,000.00	$30,000.00	$30,000.00	$30,000.00	$30,000.00			$300,000.00
Comedor de trabajadores	$50,000.00	$50,000.00	$50,000.00	$50,000.00	$50,000.00	$50,000.00			$300,000.00

Actividad/ Etapa del Proyecto	Semestre								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Oficinas móviles	$200,000.00	$200,000.00	$200,000.00	$200,000.00	$200,000.00	$200,000.00			$1,200,000.00
Sanitarios portátiles	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00			$360,000.00
Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda		$4,000,000.00	$3,000,000.00	$1,000,000.00					$8,000,000.00
Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).			$1,000,000.00	$1,000,000.00	$1,000,000.00				$3,000,000.00
Construcción de obra civil de las torres			$10,000,000.00	$10,000,000.00	$8,000,000.00	$8,000,000.00			$36,000,000.00
Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.					$400,000.00	$400,000.00			$800,000.00
Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.					$600,000.00	$600,000.00			$1,200,000.00
Señalética y mobiliario urbano.						$1,000,000.00			$1,000,000.00
Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas					$500,000.00	$500,000.00			$1,000,000.00
Subtotal									$58,910,000.00

Actividad/ Etapa del Proyecto	Semestre								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Operación y mantenimiento									
Comercialización y Ocupación de viviendas						$100,000.00	$100,000.00	$100,000.00	$300,000.00
Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes							$100,000.00	$100,000.00	$200,000.00
Subtotal									$500,000.00
Medidas de mitigación / compensación									
Reforestación de áreas verdes					$250,000.00	$250,000.00			$500,000.00
Señalización de temas ambientales		$20,000.00	$30,000.00	$30,000.00	$30,000.00	$30,000.00			$140,000.00
Manejo de residuos	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$60,000.00	$480,000.00
Reforestación del predio de compensación			$200,000.00	$40,000.00	$40,000.00	$40,000.00	$40,000.00	$40,000.00	$400,000.00
Obras de conservación de suelo y agua			$120,000.00	$40,000.00	$40,000.00	$40,000.00	$20,000.00	$20,000.00	$280,000.00
Subtotal									$1,800,000.00
Total sin IVA									**$64,680,000.00**
IVA									**$10,348,800.00**
Total General									**$75,028,800.00**

VII.4 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Entendiéndose el término **Restauración** como la *"Acción de volver a poner una cosa en el estado que antes tenía*" (Diccionario de la Real academia Española), se interpreta para el caso que nos ocupa, los costos de las obras y actividades que se requieren para llevar el ecosistema afectado por la remoción total de la vegetación a su condición original (antes del cambio de uso de suelo forestal), lo cual se consideran los costos de la plantación de las mismas especies por tipo de vegetación, de acuerdo al número de plantas por hectárea existentes actualmente (de acuerdo con lo establecido en la información relativa a los capítulos IV y VI del DTU).

De acuerdo con lo anterior, para cumplir con los requerimientos de la fracción XIV del artículo 120 del Reglamento de la LGDFS se han estimado un caso hipotético de los costos de restauración orientados al restablecimiento de una cobertura vegetal similar en la zona de cambio de uso de suelo forestal. Para ello, se han considerado actividades y costos de **20** años posteriores al establecimiento de las plantas, considerando llevar el área del proyecto a una situación similar a la que se encuentra. (Se estimaron un promedio entre las áreas de más densidad y las de menor).

Estos costos son estimaciones para el sitio del proyecto, sin embargo, la inversión considerando las medidas adicionales y la restauración del predio de compensación adicional serán mayores a las presentadas en este punto.

ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS

Consideraciones:

- Superficie total: **0.9308 ha**
- Tipos de vegetación: vegetación de Selva Baja Caducifolia
- Densidad de plantación:

Tabla 19. Existencias actuales por estrato por hectárea en el área de CUSTF.

Estrato	Existencias actuales Hectárea tipo* SBC	Densidad de plantación inicial**
Arbóreo	1,344	2,000
Arbustivo	1,522	5,000
Herbáceas	14,444	Siembra por Kg

*valores promedio de los sitios de muestreo extrapolados a una hectárea incluyendo la regeneración

**Esto significa que se considera una densidad mayor inicial para posteriormente con el transcurso de los años tener la misma densidad actual de plantas /ha.

- Especies: se utilizarían las mismas especies existentes de los 3 estratos.
- Replantación de los estratos arbóreo y arbustivo: dos años posteriores a la plantación: año 2: 20% de la superficie; año 3: 10% de la superficie
- Jornales: Costo del Jornal: $ 400.00; Rendimiento de la apertura de cepas y plantación de especies arbóreas: 100 plantas por jornal. Para las plantas del estrato arbustivo 150 plantas por jornal.

- Mantenimiento: Estabilidad de costos y actividades del año 6 al 20 para el estrato arbóreo, para el estrato arbustivo 5 años y el herbáceo un año debido a que son plantas anuales.
- Fertilización: Aplicación de 200 gramos por planta del estrato arbóreo y 50 gramos por arbusto, por los primeros 5 años.
- Obras de conservación de suelos: piedra acomodada realizadas con material de la región, por lo que solo se estima costo de mano de obra.

VII.4.1 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE ESTABLECIMIENTO DEL ESTRATO ARBÓREO

Costos para recuperar el estrato arbóreo por hectárea

Tabla 20. Costos del estrato arbóreo para el AÑO 1.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad/ Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Adquisición de planta	Planta	2000	$25.00	50,000.00
Acondicionamiento de terreno	Jornal	10	$4,000.00	40,000.00
Transporte de la planta	Planta	2000	$1.00	2,000.00
Apertura de cepas y plantación	Jornal	20	$400.00	8,000.00
Apertura de cajetes	Jornal	20	$400.00	8,000.00
Fertilización	Kg	200	$6.00	1,200.00
Obras de retención de suelos	Jornal	20	$400.00	8,000.00
Herramientas	Paquete	1	$1,200.00	1,200.00
Mantenimiento	Jornal	5	$4,000.00	20,000.00
Imprevistos				2000
SUBTOTAL				**140,400.00**

Tabla 21. Costos del estrato arbóreo para el AÑO 2.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Adquisición de planta	Planta	400	$25.00	10,000.00
Transporte de la planta	Planta	400	$1.00	400.00
Apertura de cepas y plantación	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Apertura de cajetes	Jornal	1	$400.00	400.00
Fertilización	Kg	200	$6.00	1,200.00
Mantenimiento obras de conservación suelos	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Herramientas	Paquete	1	$800.00	800.00
Mantenimiento	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Imprevistos				1000
SUBTOTAL				**19,800.00**

Tabla 22. Costos del estrato arbóreo para el AÑO 3.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Adquisición de planta	Planta	200	$25.00	5,000.00
Transporte de la planta	Planta	200	$1.00	200.00
Apertura de cepas y plantación	Jornal	1	$400.00	400.00
Apertura de cajetes	Jornal	1	$400.00	400.00

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Mantenimiento obras de conservación suelos	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Fertilización	Kg	200	$6.00	1,200.00
Herramientas	Paquete	1	$500.00	500.00
Mantenimiento	Jornal	3	$400.00	1,200.00
Imprevistos				1000
SUBTOTAL				**$11,900.00**

Tabla 23. Costos del estrato arbóreo para el AÑO 4.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Mantenimiento obras de conservación suelos	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Fertilización	Kg	200	$6.00	1,200.00
Herramientas	Paquete	1	$500.00	500.00
Mantenimiento	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Imprevistos				500.00
SUBTOTAL				**$6,200.00**

Tabla 24. Costos del estrato arbóreo para el AÑO 5.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Mantenimiento obras de conservación suelos	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Fertilización	Kg	100	$6.00	600.00
Herramientas	Paquete	1	$500.00	500.00
Mantenimiento	Jornal	2	$400.00	800.00
Imprevistos				500.00
SUBTOTAL				**$4,400.00**

Tabla 25. Costos del estrato arbóreo para el AÑO 6 -20.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Mantenimiento obras de conservación suelos	Jornal	2.5	$400.00	$1,000.00
Mantenimiento y protección	Jornal	2	$400.00	$800.00
Imprevistos				$500.00
SUBTOTAL				**$2,300.00**

Resumen de costos para el estrato arbóreo

Tabla 26. Costos por hectárea para el estrato arbóreo.

Año	Importe
1	$140,400.00
2	$19,800.00
3	$11,900.00
4	$6,200.00
5	$4,400.00

Año	Importe
6 -20	$34,500.00
Total	**$217,200.00**

VII.4.2 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL ESTRATO ARBUSTIVO Y HERBÁCEO

Para el estrato herbáceo, debido al número grande de plantas se consideró para su establecimiento el costo de la colecta de semilla y esparcimiento por hectárea, de las mismas especies presentes en el sitio.

La estimación de los costos del establecimiento del estrato arbustivo consideró 5 años y de un año para el estrato herbáceo debido a que la mayoría de las especies son anuales, todo ello para llegar a las condiciones actuales.

Costos por hectárea para el estrato herbáceo y arbustivo

Tabla 27. Costos del estrato herbáceo y arbustivo para el AÑO 1.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Recolección de semilla	Jornal	4	$400.00	1,600.00
Esparcimiento de semilla	Jornal	2.5	$400.00	1,000.00
Adquisición de planta	Planta	5000	$12.00	60,000.00
Transporte de la planta	Planta	5000	$0.50	2,500.00
Apertura de cepas y plantación	Jornal	30	$400.00	12,000.00
Fertilización	Kg	50	$6.00	300.00
Mantenimiento	Jornal	4	$400.00	1,600.00
Imprevistos		1	800	800.00
SUBTOTAL				**$79,800.00**

Tabla 28. Costos del estrato herbáceo y arbustivo para el AÑO 2.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Adquisición de planta	Planta	1500	$12.00	18,000.00
Transporte de la planta	Planta	1500	$0.50	750.00
Apertura de cepas y plantación	Jornal	12	$400.00	4,800.00
Fertilización	Kg	50	$6.00	300.00
Mantenimiento	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Imprevistos		1	500	500.00
SUBTOTAL				**26,350.00**

Tabla 29. Costos del estrato herbáceo y arbustivo para el AÑO 3.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Adquisición de planta	Planta	500	$15.00	7,500.00
Transporte de la planta	Planta	500	$0.50	250.00
Apertura de cepas y plantación	Jornal	8	$400.00	3,200.00
Fertilización	Kg	50	$5.00	250.00
Mantenimiento	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Imprevistos		1	500	500.00
SUBTOTAL				**$13,700.00**

Tabla 30. Costos del estrato herbáceo y arbustivo para el AÑO 4.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Fertilización	Kg	50	$6.00	300.00
Mantenimiento	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Imprevistos		1	350	350.00
SUBTOTAL				**$2,650.00**

Tabla 31. Costos del estrato herbáceo y arbustivo para el AÑO 5.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad Ha	Precio unitario ($)	Importe Total ($)/ha
Fertilización	Kg	50	$6.00	300.00
Mantenimiento	Jornal	5	$400.00	2,000.00
Imprevistos		1	350	350.00
SUBTOTAL				**$2,650.00**

Tabla 32. Costos por hectárea para los estratos arbustivo y herbáceo.

Año	Importe / Ha
1	$79,800.00
2	$26,350.00
3	$13,700.00
4	$2,650.00
5	$2,650.00
Total	**$125,150.00**

VII.4.3 ESTIMACIÓN DEL COSTO TOTAL POR EL ESTABLECIMIENTO DE LOS 3 ESTRATOS

Tabla 33. Costo total de la restauración.

Estrato	Costo/ha	Superficie ha	Costo Total
Arbóreo	$217,200.00	0.9308	$202,169.76
Arbustivo y herbáceo	$125,150.00	0.9308	$116,489.62
Total	**$342,350.00**		**$318,659.38**

Costo total estimado para restaurar el área solicitada de cambio de uso de suelo de terrenos forestales de **0.9308 ha** en las mismas condiciones que se presentaban es de **trescientos dieciocho seiscientos cincuenta y nueve pesos 38/100. MN.**

Capítulo VIII

Pronósticos Ambientales y, en su Caso, Evaluación de Alternativas

CONTENIDO

VIII . PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VIII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO 1
VIII.1.1 Escenario actual *1*
VIII.1.2 Escenario con el proyecto sin medidas de mitigación *6*
VIII.1.3 Escenario con el proyecto con medidas de mitigación *7*
VIII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL 11
VIII.3 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 13
VIII.3.1 Seguimiento y control *21*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis del escenario actual por componente ambiental. 1
Tabla 2. Análisis del escenario con el proyecto sin medidas de mitigación por componente ambiental. 6
Tabla 3. Análisis del escenario con el proyecto con medidas de mitigación por componente ambiental. 8
Tabla 4. Pronóstico comparado de escenarios. 13
Tabla 5. Línea estratégica: Programa de Rescate de Flora. 15
Tabla 6. Línea estratégica: Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna. 16
Tabla 7. Listado de especies de fauna de lento desplazamiento incluidas en el rescate. 16
Tabla 8. Línea estratégica: Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional. 18
Tabla 9. Línea estratégica: Programa de obras de conservación de suelo y agua. 19
Tabla 10. Línea estratégica: Plan de Manejo de Residuos. 20
Tabla 11. Acción de supervisión: Demarcación o marcaje de los límites de la obra. 21
Tabla 12. Acción de supervisión: Supervisión del Programa de rescate de flora. 22
Tabla 13. Acción de supervisión: Rescate y Ahuyentamiento de fauna. 22
Tabla 14. Acción de supervisión: Supervisión de obras para el control de escorrentías. 22
Tabla 15. Acción de supervisión: Supervisión del monitoreo de la calidad del Agua. 23
Tabla 16. Acción de supervisión: Monitoreo de la calidad del aire. 23
Tabla 17. Acción de supervisión: Supervisión de manejo de residuos sólidos y de manejo especial. 24
Tabla 18. Acción de supervisión: Manejo de residuos peligrosos. 24
Tabla 19. Acción de supervisión: Verificación de los trabajos de los trabajos de restauración. 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contexto general vista sur. 4
Figura 2. Medidas a considerar en el programa de obras de conservación de suelo y agua. 9
Figura 3. Sitios de reubicación de fauna. 10
Figura 4. Polígonos de las áreas a restaurar (adicional). 10

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Como se ha establecido en capítulos anteriores, el inicio del "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** generará ciertos impactos ambientales de carácter negativo; no obstante, atendiendo a la planeación del promovente, se ha previsto la implementación de una serie de medidas preventivas y de mitigación dentro del Sistema Ambiental de referencia, así como en la propia área de afectación. En este contexto, se estima que, mediante la correcta ejecución del proyecto y la aplicación oportuna de dichas medidas, no se comprometerá la estabilidad de los factores ambientales ni la interrelación funcional entre ellos dentro del sistema ambiental.

Cabe señalar que, derivado de la naturaleza y operación del proyecto, no se prevén efectos negativos asociados a contaminación por radiactividad, energía térmica o lumínica, toda vez que el proyecto no contempla la incorporación ni el uso de fuentes generadoras de este tipo de emisiones.

Bajo estas consideraciones, el escenario ambiental resultante de la ejecución del "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**", en conjunto con las medidas de mitigación propuestas, no afecta ni pone en riesgo la permanencia de los elementos ambientales, ni en términos espaciales ni temporales dentro del horizonte del futuro previsible.

Para la determinación del pronóstico ambiental, se analizaron tres escenarios: **1) escenario actual o base**, **2) escenario con la ejecución del proyecto sin medidas de mitigación** y **3) escenario con la ejecución del proyecto incorporando las medidas de mitigación**.

Con el fin de realizar un análisis comparativo objetivo entre los tres escenarios, en primera instancia se evaluará cada uno de ellos por factor ambiental, cuyos resultados se presentan de manera sistemática en las tablas correspondientes.

VIII.1.1 ESCENARIO ACTUAL

Tabla 1. Análisis del escenario actual por componente ambiental.

Factor	Atributo	Situación actual
Hidrología	**Calidad del agua**	En el Sistema Ambiental (SA) la calidad del agua superficial y subterránea es considerada regular-buena, al comprender gran parte de la zona urbanizada de Manzanillo, Colima. Las principales fuentes fijas de contaminación del agua en Manzanillo provienen de las descargas de aguas residuales municipales e industriales que son vertidas a cuerpos receptores, como la laguna de Cuyutlán y el Océano Pacífico, a menudo con un tratamiento parcial o insuficiente. Las fuentes puntuales específicas o fijas incluyen: • Estaciones Depuradoras y de Tratamiento de Aguas Residuales: Estas instalaciones, si bien tratan el agua, pueden ser puntos de descarga de

Factor	Atributo	Situación actual
		contaminantes si no cumplen con los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas (NOM-002-SEMARNAT-1996). • Industrias de Jurisdicción Federal: El puerto de Manzanillo alberga diversas actividades industriales cuyas descargas son competencia federal. Estas incluyen: o Industria química, del petróleo y petroquímica: Descargan una variedad de sustancias perjudiciales, como productos químicos y metales pesados. o Generación de energía eléctrica: La termoeléctrica local es una fuente potencial de aguas residuales térmicas u otros contaminantes asociados a sus operaciones. o Industria cementera y metalúrgica: Estas pueden liberar contaminantes minerales y metales pesados en sus aguas residuales. o Plantas de tratamiento de residuos peligrosos: Las operaciones relacionadas con estos residuos son fuentes potenciales si no se gestionan adecuadamente. • Actividades Portuarias y Logísticas: Las operaciones del puerto generan aguas residuales que pueden contener hidrocarburos, metales y otros contaminantes asociados a la limpieza de superficies, el manejo de carga y el mantenimiento de embarcaciones. • Comercios y Usos Municipales: Las descargas de aguas servidas provenientes de hoteles, restaurantes y la población en general, que llegan al sistema de alcantarillado, también constituyen una fuente fija de contaminación, especialmente si el sistema o la planta de tratamiento correspondiente no es eficiente. En el Área del Proyecto (AP) no existen cuerpos de agua permanentes ni descargas directas, por lo que no se prevé afectación a la calidad del recurso hídrico.
	Infiltración	El SA se localiza principalmente sobre el acuífero Santiago - Salagua (0609), el cual presenta una Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero en déficit con -3.118330 hm^3/año. En el AP, las condiciones de suelo y cobertura vegetal permiten procesos de infiltración moderados, estimándose un volumen anual significativo en el escenario actual, sin CUSTF. La infiltración actual en el AP se estimó mediante balance hídrico: Inf = P – (Int + Ev + E). Para una superficie de 0.9308 ha, la infiltración total actual es de 2,365 m^3/año, lo que representa 25.54% del total de agua precipitada (8,707 m^3/año).
	Hidrografía	El SA se integra a la Región Hidrológica Costa de Jalisco (RH15), dentro de la cuenca R. Chacala–Purificación y subcuenca Laguna de Cuyutlán. Predominan corrientes intermitentes asociadas a eventos de lluvia. En el AP no existen arroyos ni ríos, por lo que no se prevé afectación directa a la red hidrográfica.
Atmósfera / Clima	**Calidad del aire**	La calidad del aire en el SA es buena-regular, favorecida por la ventilación natural y la ausencia de fuentes industriales relevantes en la parte norte, no obstante en la parte sur comprende parte de la mancha urbana de Manzanillo, Colima, lo que significa que la contaminación atmosférica representa un riesgo escaso o nulo para la salud de la población general. Sin embargo, para un número muy reducido de personas inusualmente sensibles a la contaminación del aire, puede existir un riesgo moderado,

Factor	Atributo	Situación actual
		dado el parque vehicular y fuentes fijas de contaminación que aumentan las partículas contaminantes en el aire. En el AP no se identifican emisiones permanentes; los impactos potenciales se limitarían a emisiones temporales durante la construcción, las cuales son mitigables y no comprometen la calidad atmosférica regional.
	Acústica	En el SA niveles de ruido actuales corresponden a un entorno rural (norte) – urbano (sur), con valores dentro de los límites normativos. En el AP no existen fuentes sonoras continuas.
	Microclima	El SA presenta un clima cálido subhúmedo $Aw_o(w)$, con temperaturas medias anuales elevadas y lluvias concentradas en verano. El AP comparte estas condiciones, sin que se identifiquen microclimas especiales o extremos que limiten el desarrollo del proyecto.
Suelo	**Erosión**	En el SA no se identifican procesos severos de erosión; predomina una erosión hídrica leve tan solo en el 4.63% (395.12 ha) de la superficie. En el AP se registra una tasa promedio clasificada como moderada, asociada a pendientes y a la pérdida parcial de cobertura vegetal histórica, con una estimación de la erosión hídrica actual de 6.99 t/ha/año.
	Características fisicoquímicas	El SA presenta un claro predominio de suelos jóvenes y poco desarrollados, principalmente Regosol eútrico (67.74%), caracterizado por escasa diferenciación de horizontes, textura gruesa, baja estabilidad estructural y capacidad limitada de retención de agua y nutrientes, aunque con saturación de bases alta que le confiere fertilidad química moderada. En menor proporción se presentan Fluvisoles (28.17%), asociados a depósitos aluviales recientes, de mayor profundidad y fertilidad natural, pero condicionados por riesgo de inundación y variabilidad textural. De manera marginal se identifican Phaeozems (0.80%), con mayor contenido de materia orgánica y buena estructura, y Solonchaks (0.01%), afectados por salinidad y sodicidad. En el AP, derivado directamente del Estudio de Mecánica de Suelos “Construcción de Condominios La Cima” y la información cartográfica del INEGI, se encuentra conformado exclusivamente por suelo tipo Regosol eútrico, de acuerdo con la cartografía edafológica de INEGI y corroborado mediante cinco sondeos de Penetración Estándar (SPT). Se trata de un suelo joven, con escaso desarrollo de horizontes, textura predominantemente gruesa, compuesto principalmente por arenas bien graduadas y arenas limosas (clasificaciones SUCS: SW, SW-SM, SM y SP). Los materiales presentan alta compacidad relativa (media a muy densa) a partir de profundidades someras, con origen en granito alterado consolidado, lo que confiere buena resistencia mecánica y capacidad portante adecuada para el desplante de cimentaciones. El suelo muestra baja retención de humedad, alta permeabilidad y ausencia de nivel freático hasta profundidades exploradas de 7 a 10 m, lo que reduce riesgos de saturación. La condición eútrica indica alta saturación de bases y fertilidad química moderada, aunque con limitaciones físicas naturales propias de suelos arenosos, principalmente susceptibilidad a erosión superficial si se pierde la cobertura vegetal.
Paisaje	**Características topográficas**	El SA presenta un relieve heterogéneo, con elevaciones entre –4 y 641 msnm y altitud promedio de 112.51 msnm; predominan pendientes relativamente planas a moderadas (1–20%) que cubren 61.35% del área, con pendiente media de 16.23%, mientras que pendientes fuertes a muy escarpadas (>40%) son puntuales (5.02%).

Factor	Atributo	Situación actual
		El AP muestra un relieve bajo y ligeramente ondulado, con elevaciones de 7.53 a 31.98 msnm y promedio de 17.46 msnm; dominan pendientes medias (20–40%) (55.86%), seguidas de pendientes 1–20% (26.95%), con pendiente media de 27.92%, lo que indica baja variación altitudinal con sectores localizados de mayor inclinación.  **Figura 1. Contexto general vista sur.**
	Estructura / calidad	El paisaje del SA es heterogéneo y mayormente modificado; el proyecto es visible desde 3,836.11 ha (44.99% del SA) con percepción parcial, condicionada por la topografía. Predominan fragilidades muy baja y baja (50.77%) y calidades visuales baja a media (89.17%), siendo la calidad alta marginal (10.83%). El AP se ubica exclusivamente en fragilidad muy baja (3.17%) y baja (96.83%) y en calidad visual baja (55.36%) y muy baja (44.64%), lo que indica baja sensibilidad paisajística y alta capacidad de absorción visual.
Fauna	**Diversidad**	La diversidad faunística del SA, evaluada mediante la riqueza de especies (S) y el Índice de Shannon–Wiener (H'), indica comunidades bien representadas a escala regional, con una riqueza total de 78 especies (48 aves, 13 mamíferos y 17 reptiles) y valores de H' de 3.672 en aves, 2.515 en mamíferos y 2.646 en reptiles, lo que refleja una diversidad moderada a alta. En el AP se registran 45 especies (29 aves, 6 mamíferos y 10 reptiles), con valores de H' de 3.198 en aves, 1.691 en mamíferos y 2.209 en reptiles, evidenciando una diversidad moderada, propia de un hábitat secundario, sin pérdida significativa de biodiversidad a escala regional.
	Abundancia	En el SA se registró una abundancia total de 464 individuos (318 aves, 54 mamíferos y 92 reptiles), con predominio de especies clasificadas como comunes y abundantes, sin concentraciones atípicas. En el AP se contabilizaron 283 individuos (202 aves, 25 mamíferos y 56 reptiles), manteniéndose una abundancia mayoritariamente común, con poblaciones estables y presencia reducida de especies poco comunes u ocasionales, lo que indica ausencia de rareza crítica y adecuada funcionalidad ecológica.

Factor	Atributo	Situación actual
	Especies en riesgo	En el SA se identificaron 11 especies incluidas en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (aves, mamíferos y reptiles), sin que el área funcione como hábitat crítico exclusivo. En el AP se registran 3 especies bajo estatus de protección, todas con distribución amplia y poblaciones estables, por lo que el AP no constituye un sitio prioritario ni restrictivo para su conservación, siempre que se apliquen las medidas de manejo ambiental previstas.
Flora	**Riqueza**	El SA registra una riqueza total de 65 especies, mientras que el AP presenta 44 especies. La diversidad por estrato, evaluada mediante el Índice de Shannon-Wiener (H'), es consistentemente mayor en el SA que en el AP: arbóreo (SA H'=2.923; AP H'=2.460), arbustivo (SA H'=2.034; AP H'=1.997), herbáceo (SA H'=1.991; AP H'=1.297) y otras formas de vida (SA H'=1.689; AP H'=1.505). Estos valores indican una diversidad moderada a alta en el SA y diversidad moderada-baja en el AP, representativa de selva baja caducifolia secundaria.
	Abundancia	En el SA la estructura vegetal muestra alta densidad, con comunidades dominadas por un grupo reducido de especies con altos valores de IVI, particularmente en los estratos arbóreo (2,144.3 ind/ha), arbustivo (1,666.7 ind/ha), otras formas de vida (1,099.9 ind/ha) y herbáceo (33,333.4 ind/ha), lo que evidencia distribución desigual de individuos. En el AP, la abundancia es menor que en el SA, con densidades de 1,344.1 ind/ha (arbóreo), 1,522.2 ind/ha (arbustivo), 588.9 ind/ha (otras formas de vida) y 14,444.5 ind/ha (herbáceo), manteniéndose una estructura dominada por pocas especies, típica de vegetación secundaria con disturbio moderado.
	Cobertura	En el SA predomina la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, que ocupa 4,464.85 ha (52.36%), reflejando un paisaje con antecedentes de disturbio pero con cobertura vegetal funcional. Los usos agrícolas en conjunto representan 24.05% del territorio, mientras que los asentamientos humanos abarcan 18.84%, evidenciando un alto grado de transformación y fragmentación del hábitat; en menor proporción se presentan pastizales cultivados (4.00%) y cuerpos de agua (0.75%). En el AP, la cobertura corresponde principalmente a selva baja caducifolia en 0.9308 ha (95.48%), mientras que 0.0441 ha (4.52%) corresponden a un camino preexistente sin cobertura forestal, lo que indica una afectación localizada sobre vegetación secundaria representativa del entorno regional.
	Especies en riesgo	De acuerdo con los resultados del muestreo, no se identificaron especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en el SA ni en el AP. No obstante, se registran especies con estatus de conservación en la UICN y especies listadas en CITES Apéndice II, sin que ello implique restricciones normativas nacionales para el desarrollo del proyecto.
Social / Económico	**Empleo**	En el SA el empleo se concentra principalmente en los sectores servicios, comercio, turismo, actividades portuarias y construcción, con participación complementaria de actividades agropecuarias. La población local cuenta con disponibilidad de mano de obra, sin identificarse presiones laborales críticas en el AP.
	Uso de suelo	El SA presenta una alta transformación antrópica, con predominio de vegetación secundaria, usos agrícolas y asentamientos humanos (18.84%), lo que refleja una

Factor	Atributo	Situación actual
		tendencia consolidada de urbanización. El AP se localiza en un entorno con uso de suelo modificado, sin presencia de áreas naturales primarias.
	Infraestructura y servicios	El AP se localiza en un entorno con accesibilidad vial y cercanía a zonas urbanizadas del municipio de Manzanillo, donde existe disponibilidad de servicios básicos, sin identificarse carencias estructurales en la dotación de infraestructura.
	Estructura poblacional	La población del SA presenta una estructura predominantemente en edad productiva, con concentración en zonas urbanas y acceso a servicios de educación y salud, sin cambios demográficos relevantes asociados al AP.
	Actividad económica	En el SA predominan las actividades de comercio, servicios, turismo, construcción y operación portuaria, las cuales definen la dinámica económica regional. El AP se inserta dentro de este contexto económico ya consolidado.
	Patrimonio histórico-cultural	No se identifican sitios arqueológicos, históricos o culturales dentro del AP ni en su área inmediata de influencia.
Social	**Bienestar / desarrollo humano**	El SA corresponde a un entorno urbano–periurbano con acceso a servicios básicos, infraestructura y equipamiento urbano, reflejando condiciones generales de bienestar compatibles con el desarrollo urbano existente, sin que el AP presente condiciones de marginación o vulnerabilidad social relevantes.

VIII.1.2 ESCENARIO CON EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Tabla 2. Análisis del escenario con el proyecto sin medidas de mitigación por componente ambiental.

Factor	Atributo	Situación con el proyecto sin medidas de mitigación
Hidrología	**Calidad del agua**	La remoción de la cobertura vegetal y el movimiento de suelos incrementaría la carga de sedimentos por escurrimiento superficial, con potencial arrastre de sólidos hacia zonas bajas del SA. Aunque en el AP no existen cuerpos de agua, el impacto sería indirecto, localizado y temporal, con posible deterioro puntual de la calidad del agua en eventos de lluvia intensa.
	Infiltración	La pérdida de la cobertura vegetal y la compactación del suelo reducirían la infiltración natural. La infiltración estimada disminuiría de 2,365 m^3/año a 1,614 m^3/año, lo que representa una pérdida de 751 m^3/año, incrementando el escurrimiento superficial y reduciendo la recarga local del acuífero.
	Hidrografía	No se afectarían cauces superficiales al no existir ríos o arroyos en el AP; sin embargo, el aumento del escurrimiento podría modificar de manera indirecta y temporal la dinámica hídrica de microescurrimientos en el SA.
Atmósfera / Clima	**Calidad del aire**	Las actividades de desmonte, excavación y tránsito de maquinaria generarían emisiones de partículas (polvo) y gases de combustión. El impacto sería local y temporal, con disminución puntual de la calidad del aire durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
	Acústica	El uso de maquinaria pesada incrementaría los niveles de ruido por encima de las condiciones actuales, afectando de manera temporal el entorno inmediato del AP.
	Microclima	La eliminación de la cobertura vegetal provocaría un incremento local de temperatura, reducción de humedad relativa y mayor exposición del suelo, sin generar modificaciones climáticas a escala regional.
Suelo	**Erosión**	La remoción de vegetación y exposición del suelo incrementaría la erosión hídrica de 6.99 a 22.80 t/ha/año, considerado un impacto negativo y significativo a escala local.

Factor	Atributo	Situación con el proyecto sin medidas de mitigación
	Características fisicoquímicas	Se produciría compactación del suelo, pérdida de estructura superficial, disminución de materia orgánica y alteración de la permeabilidad del Regosol eútrico, reduciendo su capacidad de retención hídrica y favoreciendo procesos erosivos.
Paisaje	**Características topográficas**	El proyecto implicaría modificación directa del relieve local, mediante cortes, nivelaciones y rellenos, alterando la morfología original del terreno dentro del AP, sin afectar la topografía regional del SA.
	Estructura / calidad	Se generaría una ruptura visual permanente, con incremento de la visibilidad del proyecto desde el entorno inmediato. La calidad paisajística del AP pasaría de baja–muy baja a muy baja, intensificando la fragmentación visual en un paisaje ya transformado.
Fauna	**Diversidad**	El desmonte y la pérdida de hábitat ocasionarían una disminución directa de la diversidad local, reflejada en una reducción de la riqueza de especies y de los valores de H', especialmente en mamíferos y reptiles con menor movilidad.
	Abundancia	Se presentaría desplazamiento forzado y mortalidad incidental, con disminución de la abundancia local de fauna, particularmente de especies residentes y de hábitos terrestres.
	Especies en riesgo	Las especies en categoría de protección presentes en el AP podrían verse afectadas por pérdida directa de hábitat y perturbación, con un impacto local, directo y no mitigado, aunque sin comprometer la viabilidad poblacional regional.
Flora	**Riqueza**	La eliminación de la vegetación provocaría una pérdida directa de riqueza florística en el AP, afectando especies nativas representativas de la selva baja caducifolia secundaria.
	Abundancia	Se produciría la remoción total de individuos vegetales dentro del área de desplante del proyecto, con pérdida completa de la abundancia local.
	Cobertura	Se eliminaría 95.48% de la cobertura forestal del AP (0.9308 ha), sustituyéndola por superficies desnudas o artificiales, incrementando la fragmentación del hábitat.
	Especies en riesgo	De acuerdo con los trabajos de campo no se identificaron en el sitio del proyecto especies de flora bajo alguna categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) por lo que no existe impacto sobre este atributo de la flora con el CUSTF.
Social / Económico	**Empleo**	Durante la etapa de obra se generarían empleos temporales.
	Uso de suelo	Se consolidaría el cambio irreversible de uso de suelo forestal a urbano, intensificando la tendencia de transformación del SA.
	Infraestructura y servicios	El proyecto generaría demanda adicional de servicios sin planificación ambiental, con potencial presión sobre infraestructura local.
	Estructura poblacional	No se modificaría la estructura poblacional.
	Actividad económica	Se fortalecería de forma temporal el sector de la construcción.
	Patrimonio histórico-cultural	No se prevén afectaciones, al no existir sitios arqueológicos o culturales identificados en el AP.
Social	**Bienestar / desarrollo humano**	La pérdida ambiental local y el incremento temporal de molestias (polvo, ruido, tránsito) podrían afectar negativamente la percepción de bienestar, sin compensaciones sociales o ambientales.

VIII.1.3 ESCENARIO CON EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Varios de los impactos ambientales asociados al "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** no generarán afectaciones significativas a escala del Sistema Ambiental, ya que se encuentran dentro de los rangos ya existentes en la zona, particularmente en lo referente a niveles de confort sonoro, emisiones a la atmósfera y otras perturbaciones consideradas irrelevantes o moderadas. Tal como se demostró en el Capítulo VII, el promovente plantea un proyecto ambientalmente compatible, socialmente responsable, productivo y generador de empleo, orientado al fortalecimiento del desarrollo regional y a la atención de la demanda de vivienda mediante la habilitación de infraestructura urbana y habitacional.

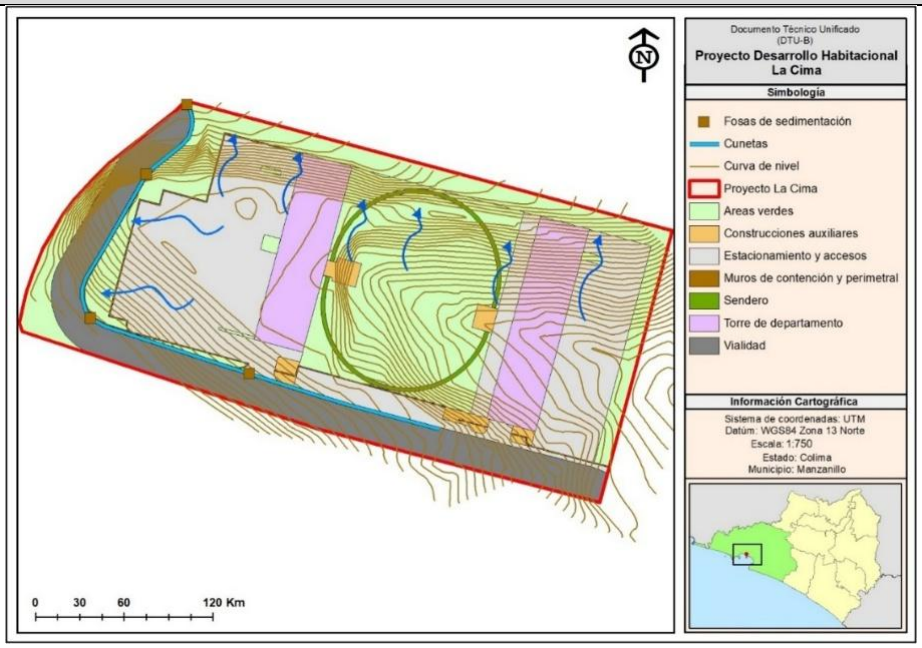
La reducción y control de los impactos ambientales se logrará mediante la aplicación de programas específicos de mitigación, prevención y monitoreo de la calidad ambiental, los cuales serán evaluados y ajustados de manera dinámica con base en la experiencia operativa y en la adopción de diseños, prácticas y tecnologías más eficientes y ambientalmente favorables, garantizando el cumplimiento de la normatividad aplicable y las políticas de mejora continua.

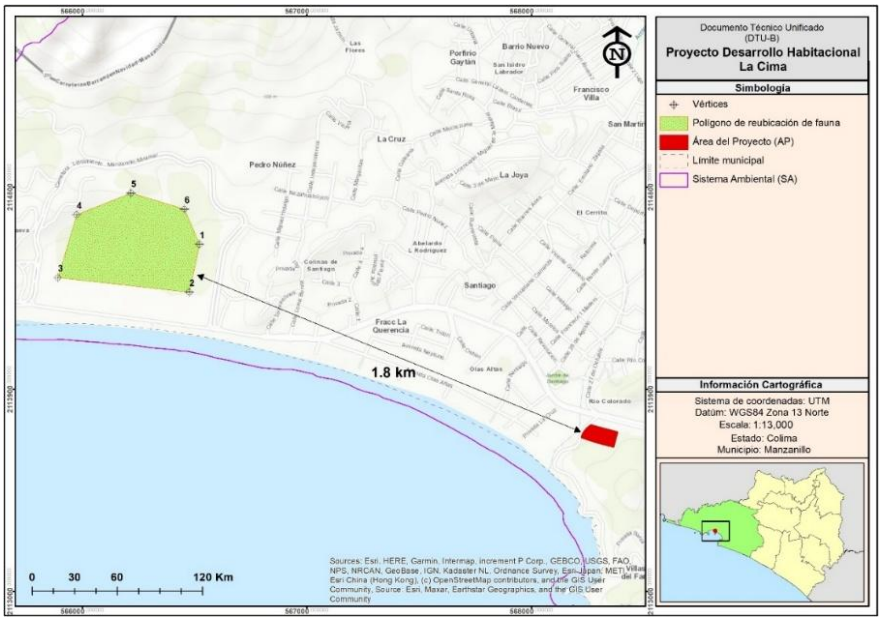
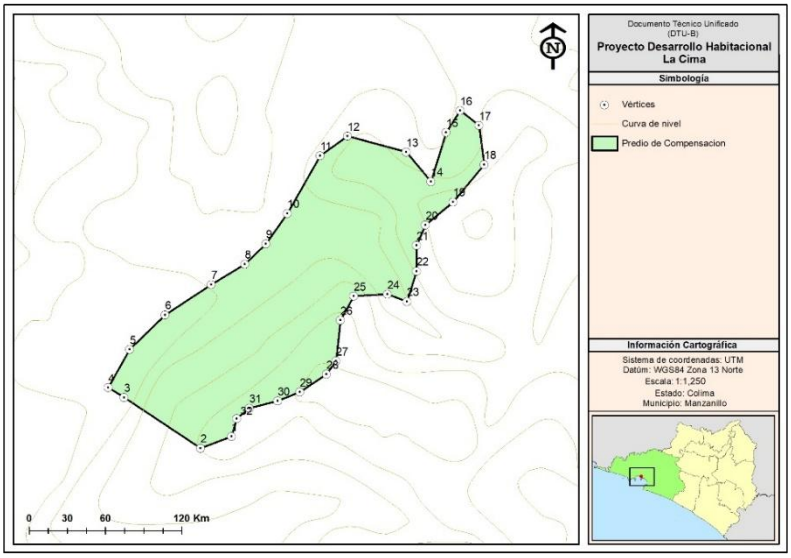
Derivado de lo anterior, se prevé que la operación del proyecto contribuya no sólo al mantenimiento de los estándares de calidad ambiental requeridos, sino también al fortalecimiento de la responsabilidad social empresarial, al constituirse en un actor relevante del desarrollo socioeconómico de la región y del país. En consecuencia, el escenario con la ejecución del proyecto y la aplicación correcta y eficiente de las medidas de mitigación limita las alteraciones a un ámbito local, sin comprometer la estabilidad del Sistema Ambiental dadas las características y capacidad de asimilación del entorno.

A continuación, se presentan los argumentos que respaldan esta determinación:

Tabla 3. Análisis del escenario con el proyecto con medidas de mitigación por componente ambiental.

Factor	Atributo	Situación con el proyecto con medidas de mitigación
Hidrología	**Calidad del agua**	La instalación de sanitarios portátiles, manejo adecuado de residuos y obras de conservación (fosas de sedimentación, cunetas y barreras) controlarán el arrastre de sólidos y prevendrán descargas contaminantes, manteniendo la calidad del agua en niveles compatibles con el estado actual del Sistema Ambiental.
	Infiltración	Se presentará disminución temporal de 2,365 m^3/año → 1,614 m^3/año (-751 m^3/año) sin medidas, la cual se compensa totalmente con las medidas. Con reforestación + obras en 1.1 ha se alcanza 2,285 m^3/año al año 6, es decir +439 m^3/año respecto al escenario sin medidas, logrando 100% de infiltración del agua del proyecto. El impacto residual será compensado funcionalmente.

Factor	Atributo	Situación con el proyecto con medidas de mitigación
		 **Figura 2. Medidas a considerar en el programa de obras de conservación de suelo y agua.**
	Hidrografía	No existen cauces en el AP y las obras de conservación controlan escurrimientos locales, por lo que no se generan alteraciones a la red hidrográfica regional.
Atmósfera / Clima	**Calidad del aire**	El control de polvo mediante riegos, confinamiento de materiales, mantenimiento de maquinaria y barreras de vegetación perimetral limitarán las emisiones temporales durante la obra.
	Acústica	La restricción de horarios y barreras vegetales atenuarán el ruido de maquinaria, manteniendo niveles compatibles con zonas urbanas. Con medidas, los niveles se mantendrán < 55 dB(A) diurno / < 50 dB(A) nocturno (NOM-081). En operación no hay fuentes permanentes de ruido relevantes.
	Microclima	Los poco relevantes y significativos cambios locales por sustitución de vegetación; serán compensados por reforestación en 1.1 ha, lo que reduce temperatura superficial, aumenta humedad local y mantiene capacidad de sombreado. Sin afectación a escala del Sistema Ambiental.
Suelo	**Erosión**	Las zanjas de infiltración, fosas, barreras y revegetación reducirán significativamente la erosión hídrica, evitando pérdidas de suelo y controlando sedimentos. El CUSTF incrementará potencialmente la erosión hídrica de 6.99 → 22.80 ton/ha/año, equivalente a +14.71 ton/año en 0.9308 ha sin medidas. Con restauración + terrazas + barreras + zanja se reduce a 0.14 ton/ha/año, compensando totalmente el incremento y generando saldo positivo al año 5. El impacto residual será bajo y reversible. (Figura 2).
	Características fisicoquímicas	La delimitación del área, control de maquinaria y revegetación permitirán la recuperación parcial de estructura y materia orgánica del suelo, evitando alteraciones extensivas.
Paisaje	**Características topográficas**	La topografía se mantendrá sin modificaciones de gran escala (no se comprenden terrazas industriales ni cortes mayores), se tratará de movimientos de tierra moderados y localizados, evitando cortes agresivos y manteniendo la estabilidad del relieve. El impacto será compatible con paisajes urbanos.
	Estructura / calidad	La inclusión de áreas verdes, reforestación y franjas vegetales disminuirán el contraste y fragmentación, como compensación, la revegetación y restauración del predio adicional

Factor	Atributo	Situación con el proyecto con medidas de mitigación
		y manejo de residuos reducirán el contraste visual y mejoran la integración paisajística en un entorno ya transformado. El impacto será compensado.
Fauna	**Diversidad**	El ahuyentamiento y rescate previo a las obras evitarán la mortalidad y permitirán la reubicación de individuos, mientras que la restauración del predio adicional aportará un nuevo hábitat.  **Figura 3. Sitios de reubicación de fauna.**
	Abundancia	La fauna móvil recolonizará áreas restauradas y el rescate evitará disminuciones abruptas. La fauna se reubicará en un polígono cercano (1.8 km), ecológicamente compatible (Figura 3).
	Especies en riesgo	El manejo especializado, rescate y reubicación de especies NOM-059-SEMARNAT-2010 prevendrán afectaciones poblacionales.
Flora	**Riqueza**	El rescate y reubicación asegurarán la conservación de especies nativas y la restauración del predio adicional mantendrá la riqueza florística del SA. El impacto será compensado.  **Figura 4. Polígonos de las áreas a restaurar (adicional).**

Factor	Atributo	Situación con el proyecto con medidas de mitigación
	Abundancia	La pérdida de individuos en el AP se compensará mediante reubicación y plantación en área de compensación (Figura 4), reduciendo la pérdida neta; logrando efecto neto positivo a partir de año 3–5 por incremento de cobertura. El impacto será compensado.
	Cobertura	La eliminación de cobertura vegetal dentro del polígono autorizado para CUSTF será totalmente compensada mediante restauración forestal en una superficie mayor (1.1 ha)(Figura 4), lo que permitirá alcanzar un saldo neutro en cobertura vegetal en el corto plazo y un saldo positivo en el mediano plazo. Si bien la cobertura se pierde localmente en el área de intervención, la superficie compensatoria duplicará el área afectada, favoreciendo la recuperación de biomasa, estructuras vegetales y funciones ecosistémicas asociadas. De acuerdo con los cronogramas de restauración y los balances hidrológicos estimados, la cobertura vegetal del sitio compensatorio muestra un incremento progresivo, alcanzando aproximadamente 60% en el año 1 y 80% para el año 6.
	Especies en riesgo	El área de CUSTF, derivado de los trabajos de campo no comprende la afectación de especies de flora en categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) por lo que en un escenario a futuro no se verá afectado este atributo de flora.
Social / Económico	**Empleo**	Se generarán empleos directos e indirectos durante la obra y operación, fortaleciendo la economía local.
	Uso de suelo	El cambio de uso se formalizará conforme marco legal forestal y se compensará ambientalmente, resultando compatible con la vocación urbana del entorno.
	Infraestructura y servicios	La integración del proyecto no sobrecargará los servicios públicos y se ajustará a la infraestructura urbana existente.
	Estructura poblacional	No generará desplazamientos ni segregación; la dinámica demográfica no se alterará. El proyecto incentivará el atractivito de residencia por parte de la población.
	Actividad económica	Se incrementará la actividad comercial y de servicios asociados al sector construcción y vivienda.
	Patrimonio histórico-cultural	No se identifican sitios culturales o arqueológicos en el polígono ni en su área de influencia. Por lo que este atributo no se verá afectado con el proyecto.
Social	**Bienestar / desarrollo humano**	La mitigación ambiental y la provisión de servicios asociados al proyecto favorecerán la percepción social y el bienestar urbano.

VIII.2 PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental constituye un análisis prospectivo que permite anticipar la evolución de los componentes ambientales del Sistema Ambiental (SA) frente a la puesta en marcha del proyecto objeto de evaluación, considerando tres situaciones: **escenario actual**, **escenario con proyecto sin medidas de mitigación** y **escenario con proyecto con medidas de mitigación**. Esta evaluación permite determinar la magnitud, persistencia y relevancia de los impactos previsibles, así como su compatibilidad ambiental a mediano y largo plazo.

En ausencia del proyecto, el Sistema Ambiental presenta una condición de estabilidad relativa, con presencia predominante de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, una diversidad moderada de flora y fauna, erosión hídrica de baja a moderada, y un patrón hidrológico dominado por corrientes intermitentes y procesos naturales de infiltración. Socioeconómicamente, el entorno se encuentra inmerso en una dinámica urbana en

crecimiento, con vocación habitacional y turística, donde la demanda de vivienda y servicios continúa en aumento. Bajo esta premisa, el SA tendería a mantener su estado actual, aunque con una tendencia progresiva a la urbanización, debido a la propia dinámica del municipio y del corredor turístico.

Si el proyecto se ejecutara sin aplicar medidas de prevención, mitigación o compensación, se generarían cambios ambientales de carácter local, directo e inmediato, principalmente asociados a la eliminación de la cobertura vegetal, la remoción y compactación de suelos, y el uso de maquinaria durante la fase de preparación del sitio. En este escenario se anticipan:

- Disminución de infiltración y aumento del escurrimiento superficial, derivado de la pérdida de vegetación y compactación del suelo.
- Incremento de la erosión hídrica, pasando de niveles moderados a niveles altos en la superficie del proyecto.
- Pérdida local de riqueza y abundancia florística, asociada a la remoción total de la vegetación en el Área del Proyecto.
- Desplazamiento y mortalidad incidental de fauna, particularmente de especies de lento desplazamiento.
- Afectaciones temporales a la calidad del aire y niveles acústicos, por tránsito de maquinaria y generación de material particulado.
- Modificación visual del paisaje, con incremento del contraste y fragmentación del entorno inmediato.

A pesar de esto, los efectos se limitarían al Ámbito del Proyecto (AP) y no comprometerían la funcionalidad ecológica del Sistema Ambiental (SA) a escala regional, puesto que éste cuenta con una extensión amplia, vegetación secundaria dominante y especies de amplia distribución. No obstante, este escenario es ambientalmente desfavorable, pues no cumple con los principios de protección ambiental ni con el manejo responsable de recursos naturales.

Con la aplicación de las medidas establecidas en el instrumento ambiental —incluyendo el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, las Obras de Conservación de Suelo y Agua, el Plan de Manejo de Residuos, y la Restauración del Predio de Compensación— la evolución del medio se modifica positivamente, reduciendo los impactos esperados y generando un escenario de compatibilidad ambiental.

En este escenario, el pronóstico indica que:

- La hidrología superficial se estabiliza mediante el control de escorrentías y sedimentos, y la infiltración se compensa funcionalmente, manteniendo el equilibrio hídrico local.
- La erosión hídrica se mantiene en valores bajos al incorporar zanjas de infiltración, fosas de sedimentación, barreras y revegetación.
- La diversidad de fauna se mantiene mediante acciones de ahuyentamiento, captura y reubicación, evitando mortalidad innecesaria.
- La cobertura vegetal eliminada se compensa mediante reforestación en áreas verdes internas y en un predio adicional, evitando pérdida neta de superficie forestal.

- Las especies en categoría de protección reciben manejo especializado, evitando afectaciones poblacionales.
- El paisaje se integra al entorno mediante vegetación nativa y control de residuos, reduciendo el contraste visual.
- En el medio socioeconómico, el proyecto genera empleo directo e indirecto, fortaleciendo la actividad económica local sin comprometer la estructura social ni el patrimonio cultural.

Desde un enfoque de pronóstico ambiental, este escenario presenta impactos residuales bajos o compensados, sin efectos acumulativos ni sinérgicos relevantes, y se mantiene dentro de los umbrales de compatibilidad ambiental establecidos en la legislación vigente.

Con base en la integración de escenarios, se concluye que:

El proyecto es ambientalmente viable siempre que se apliquen las medidas de mitigación, restauración y compensación previstas, ya que los impactos residuales son bajos, controlados o compensados, sin comprometer la funcionalidad ecológica del Sistema Ambiental ni la calidad de vida de la población.

Asimismo:

- No se identifican riesgos para la salud humana.
- No se afectan especies en peligro crítico de extinción ni hábitats exclusivos.
- No se alteran procesos hidrológicos regionales ni redes de drenaje.
- Se generan beneficios socioeconómicos compatibles con la vocación de la zona.

En consecuencia, el pronóstico ambiental del proyecto con medidas de mitigación es favorable y compatible, y no implica deterioro ambiental irreversible o no compensable dentro del horizonte de tiempo evaluado.

Tabla 4. Pronóstico comparado de escenarios.

Componente	Escenario Actual	Sin medidas	Con medidas
Hidrología	Estable	Reducción de infiltración y arrastre	Infiltración compensada + arrastre controlado
Suelo	Erosión moderada	Erosión crítica local	Erosión baja (0.14 t/ha/año)
Flora	Vegetación secundaria	Remoción total en AP	Rescate + restauración + saldo neutro
Fauna	Diversidad moderada	Mortalidad incidental	Rescate + reubicación + impacto bajo
Paisaje	Baja fragilidad	Mayor fragmentación	Integración visual
Socioeconómico	Estable	Beneficio temporal	Beneficio sostenido
Integral	**Equilibrado**	**Impacto negativo local**	**Impacto residual compatible**

VIII.3 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental establece los parámetros para el seguimiento de la calidad de los diferentes componentes ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del Proyecto, así como los sistemas de control y medidas establecidas.

Tabla 5. Línea estratégica: Programa de Rescate de Flora.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Programa de Rescate de Flora			
ETAPA DEL PROYECTO: Desde la etapa de preparación del sitio hasta construcción de obras			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en que se instrumentará o duración	Supervisión y grado de cumplimientos
Afectación de la Biodiversidad, Riqueza y Disminución de la Abundancia de especies de flora en el área del proyecto.	Este programa tiene como objetivo, desarrollar acciones previo al desmonte, que permitan rescatar ejemplares de flora de importancia ecológica que se ubican en las zonas del proyecto. Con especial interés en identificar, rescatar y reproducir las especies flora silvestre presente en el área del proyecto que se encuentren disminuidas en el SA o que sean relevantes ecológicamente; con el propósito de contribuir a la preservación y conservación de esas especies. En este sentido, el programa prevé ejecutar actividades de rescate y relocalización de especies de flora silvestre previo a la remoción de la vegetación a fin de reducir la afectación de la riqueza y abundancia de las especies en la zona. El rescate se llevará a cabo mediante 2 alternativas: 1. Rescate y reubicación de individuos de especies de interés producto de la regeneración natural. (Trasplante). 2. Recolección de germoplasma para su reproducción y reintegración al sistema ambiental Estas actividades se realizarán previo al desmonte de cada etapa.	Las actividades de este programa se realizan durante la etapa de Preparación del sitio, previo al desmonte (inicio 30 días antes del de desmonte). Es importante señalar que, el desmonte no se realizará al mismo tiempo en la totalidad de la superficie del proyecto y su avance será gradual, de la misma manera el programa se ejecutará de manera gradual.	Previo al inicio de las actividades de desmonte. Diario hasta concluir el proceso de rescate y reubicación.

Tabla 6. Línea estratégica: Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.

<table>
<tr><td colspan="4">LÍNEA ESTRATÉGICA: Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna</td></tr>
<tr><td colspan="4">ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio</td></tr>
<tr><td>Impacto al que va dirigido</td><td>Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</td><td>Tiempo en que se instrumentará o duración</td><td>Supervisión y grado de cumplimientos</td></tr>
<tr><td>Afectación de la Biodiversidad, Riqueza y disminución de la Abundancia de especies de fauna debido al cambio de uso de suelo forestal.

El impacto potencial de afectación a la fauna se centra en las especies terrestres de lento desplazamiento, debido a que, para el caso de las aves por sus condiciones de desplazamiento aéreo y la habilidad de los mamíferos tienden a desplazarse con mayor facilidad ante la presencia humana, por lo que con prácticas de ahuyentamiento que se detallan en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna anexo al presente estudio, se evitan daños a dichas especies.</td><td>Realizar el rescate de especies de fauna de lento desplazamiento dentro de las 0.9749 hectáreas es decir en la totalidad del proyecto.

Determinar una meta en cuanto al número de organismos a rescatar es sumamente difícil, en virtud de la movilidad de la mayoría de las especies que, si bien se tuvo una idea al realizarse el muestreo, no necesariamente se podrán encontrar el mismo número de especies y organismos.

De acuerdo con lo anterior, se puede determinar que cuando menos se podrán ahuyentar y/o rescatar aquellos individuos previamente observados en los muestreos y que se encuentran en algún estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo 3 especie identificadas en el predio de CUSTF y/o CHF pero que se definen a continuación:

Tabla 7. Listado de especies de fauna de lento desplazamiento incluidas en el rescate.
<table>
<tr><th>Clase</th><th>Especie</th><th>Nombre común</th></tr>
<tr><td>Mamíferos</td><td>Dasypus novemcinctus</td><td>Armadillo</td></tr>
<tr><td>Mamíferos</td><td>Didelphis virginiana</td><td>Tlacuache</td></tr>
<tr><td>Mamíferos</td><td>Notocitellus annulatus</td><td>Tesmo</td></tr>
<tr><td>Mamíferos</td><td>Osgoodomys banderanus</td><td>Rata</td></tr>
<tr><td>Mamíferos</td><td>Procyon lotor</td><td>Mapache</td></tr>
<tr><td>Mamíferos</td><td>Sciurus colliaei</td><td>Ardilla gris del Pacífico</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Anolis nebulosus</td><td>Anolis</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Aspidoscelis deppii</td><td>Huico de líneas</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Hemidactylus frenatus</td><td>Besucona asiática</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Holcosus undulatus</td><td>Lagartija arcoiris</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Iguana iguana</td><td>Iguana verde</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Oxybelis microphthalmus</td><td>Bejuquilla Café</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Sceloporus melanorhinus</td><td>Lagartija espinosa de hocico negro</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Sceloporus pyrocephalus</td><td>Roño cabeza roja</td></tr>
<tr><td>Reptiles</td><td>Sceloporus utiformis</td><td>Roño de suelo</td></tr>
</table></td><td>Estas actividades se llevarán a cabo previo a los trabajos de desmonte y despalme, mediante recorridos para ahuyentar a la fauna, así como detectar nidos, madrigueras y/o refugios de la fauna silvestre; con el fin de ser señalados para su protección y que sean abandonados por sus habitantes de forma paulatina conforme el avance y ruidos propios de la operación del proyecto.

Es importante señalar que, en virtud de que el desmonte no se realiza al mismo tiempo en la totalidad de la superficie requerida por el proyecto y su avance es gradual, de la misma manera el programa avanza el CUSTF.</td><td>Previo al inicio de las actividades de desmonte.
Diario hasta concluir el proceso de rescate y reubicación.</td></tr>
</table>

Reptiles	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico

De acuerdo con lo anterior, se observaron durante los muestreos en el área del proyecto y cercano a él, 3 especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pudiendo ser más de acuerdo con el tipo de hábitat y reportes de la zona, aunque es muy poco probable la presencia de un mayor número de mamíferos grandes debido a la cercanía de las zonas que actualmente presentan actividades antropogénicas, por lo que estas especies han emigrado de la zona a partes más alejadas dentro del sistema ambiental. Sin embargo, lo observado de manera directa con el muestreo se considera como un dato base para poder dimensionar las medidas del programa de rescate.

Tabla 8. Línea estratégica: Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional			
ETAPA DEL PROYECTO: Año 1 de inicio del proyecto			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en que se instrumentará o duración	Supervisión y grado de cumplimientos
La restauración del predio de compensación adicional se considera una medida de mitigación del proyecto para atenuar y/o compensar la **disminución de la cobertura vegetal** debido al desmonte que se requiere necesariamente para la ejecución del proyecto. Mitigar la afectación de la biodiversidad por la eliminación de las diversas especies de flora por el desmonte de **0.9308 hectáreas** de vegetación de Selva Baja Caducifolia.	El Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional es una acción que el promovente pretende ejecutar sobre terrenos que presentan una condición de baja cobertura, es decir áreas que actualmente no es forestal. La restauración tienen por objetivo, mitigar y/o compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de resarcir el daño ambiental hacia el sitio del proyecto con acciones que tiendan a disminuir la erosión a ocasionar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo IV “Descripción del Sistema Ambiental” del DTU e igual manera incrementar la biodiversidad que actualmente existen en estas áreas en condición de vegetación secundaria arbustiva con un deterioro notable. Con la restauración, teniendo como actividad principal a la reforestación o propiamente a través del enriquecimiento de rodales de un predio adicional, acompañado obras de conservación de suelo a través de terrazas individuales para mejorar la sobrevivencia e incremento de la infiltración del para así promover los servicios ambientales que desarrolla la vegetación. La restauración del sitio comprende las siguientes acciones: • Reforestación de un terreno no forestal con 1283 individuos/hectárea • Construcción de terrazas individuales • Construcción de barreras de material muerto proveniente del desmonte	La restauración del predio de compensación adicional que por cuestiones logísticas la producción de planta se tiene contemplado la restauración de estos predios hasta finales del primer año de ejecución. Una vez concluida la restauración se considera actividades de monitoreo y mantenimiento de estas áreas, con actividades como replante, riego de auxilio, control fitosanitario, prevención de incendios, deshierbe, etc.	Diario desde el proceso de reproducción de planta y durante el establecimiento de la planta. Ya establecida la planta en los sitios a restaurar se tendrá una supervisión técnica mensual en conjunto con diagnósticos fitosanitarios, además de los reportes semestrales para la autoridad ambiental.

Tabla 9. Línea estratégica: Programa de obras de conservación de suelo y agua.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Programa de obras de conservación de suelo y agua.			
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y etapa de construcción			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en que se instrumentará o duración	Supervisión y grado de cumplimientos
El programa incluye diversos tipos de obras para el control de la erosión y los sedimentos. En primer lugar, la implementación de estructuras para el control de erosión y sedimentos, criterios que tienen la finalidad de minimizar y mitigar impactos negativos al medio ambiente. De igual manera se ha diseñado un sistema de drenaje de aguas superficiales para canalizar los cursos de agua superficial alrededor del proyecto y dentro del mismo, a fin de controlar el exceso de agua que pudiera afectar las áreas del proyecto el acarreo de azolves. En consecuencia, el impacto que se mitiga es la potencial pérdida o acarreo de azolves y sus consecuencias a la calidad del agua.	Las obras de operación en el **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"** incluye una serie de acciones y obras de conservación de suelo y agua, tienen por objetivo, mitigar los impactos a generar por la construcción del proyecto, específicamente aguas arriba para controlar los escurrimientos a fin de disminuir la velocidad de los escurrimientos durante un evento de precipitación, así como contener el acarreo de azolves y finalmente con un diseño de plataformas y la urbanización conforme a un criterio técnico. El diseño de las obras de conservación de suelos y manejo de las escorrentías estarán basados en los controles necesarios que se considere para minimizar la emisión de sedimentos en las aguas superficiales durante la construcción, operación y rehabilitación del Proyecto. Estos controles incluyen el diseño de las estructuras, prácticas de mitigación y prácticas de manejo. Se habilitarán canaletas para el manejo de las escorrentías aguas abajo del área del proyecto y fosas de sedimentación o de asentamiento de sólidos, como obras principales que controlarán la cantidad de agua y prevendrán arrastres de suelo o sólidos. Los canales tienen la función controlar el agua que escurre naturalmente hacia el sitio del proyecto y conducirla hacia sus drenes naturales, lo que reduce la cantidad de agua en el proyecto de explotación y controla uno de los principales factores de riesgo para su estabilidad. Las prácticas de manejo del drenaje de agua que se utilizarán durante la operación del proyecto implican principalmente, la construcción y/o habilitación de canales para el manejo del agua superficial y las fosas de sedimentación.	La zanja de infiltración se construirá junto con la etapa de preparación del sitio, es decir posterior al desmonte, para captar las aguas superficiales al área del proyecto. Las obras de manejo de las escorrentías al interior se realizan en la conformación de cada zona.	Se llevará a cabo actividades de monitoreo de sedimentos desde la etapa de preparación del sitio hasta la conclusión de las actividades de restauración, el cual proporcionará aviso a tiempo con relación a los impactos reales o potenciales. • Semanal durante la ejecución de los trabajos • Semestral durante los años siguientes El sistema de obras de drenaje pluvial será mantenido por el personal de operaciones durante todo el tiempo de vida del proyecto.

Tabla 10. Línea estratégica: Plan de Manejo de Residuos.

LÍNEA ESTRATÉGICA: Plan de Manejo de Residuos			
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación			
Impacto al que va dirigido	Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación	Tiempo en que se instrumentará o duración	Supervisión y grado de cumplimientos
Evitar la afectación de la calidad del agua superficial y subterránea, así como de mantener las condiciones sanitarias del proyecto inmobiliario	El promovente del "Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima", mantendrá estrategias permanentes de manejo y minimización de residuos en las diferentes etapas. Estas estrategias se implementarán para el proyecto solicitado y se modificarán o adaptarán, según se requiera, a fin de cumplir con los requerimientos de manejo de desechos específicos del Proyecto. A continuación, se resumen las principales estrategias de manejo y minimización de desechos. C.1. Manejo de residuos sólidos C.2. Manejo de residuos peligrosos C.3. Residuos de Manejo Especial	Estas actividades se llevarán a cabo de acuerdo con la etapa en que se requieran, desde el desmonte hasta la operación permanente por lo que la etapa de aplicación es en toda la vida útil del proyecto.	**Residuos Vegetales.** La salida del material vegetal debe ser registrada en la bitácora del Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales donde se registren las salidas por tipo de material y volumen. **Residuos de manejo especial.** El seguimiento al manejo de residuos de la construcción se realizará a través del supervisor de construcción del proyecto.

VIII.3.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El sistema de operación del proyecto en especial el que se pretende ejecutar en el **"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"**, basado en los objetivos pretende minimizar los impactos ambientales generados, por lo que será muy importante la experiencia de los trabajadores o de los contratistas y la calidad de la supervisión durante la operación del mismo. Por anterior, la supervisión y control de las diferentes actividades durante las diferentes etapas del proyecto, puede reducir significativamente las necesidades de mantenimiento, la pérdida de flora y fauna, las fallas menores en el manejo de residuos, y como consecuencia disminuirán los impactos ambientales.

De acuerdo a lo anterior, se han definido una serie de actividades de monitoreo y control, las cuales tienen como propósito lo siguiente:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos previstos en el proyecto y en la presente Documento Técnico Unificado.
- Comprobar la eficacia de las medidas de mitigación y compensación establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos en el presente DTU y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Definir la periodicidad de la supervisión.

Alcance espacial y temporal

El alcance temporal está previsto para las etapas Etapa de Preparación del sitio, Etapa de Construcción y en la Etapa de Operación, durante todo el tiempo en que se realicen las actividades dentro del área del proyecto.

El alcance espacial del Programa de Manejo Ambiental abarcará el área de influencia Directa del Proyecto, así como las instalaciones auxiliares que sean implementadas y que presenten posible alteración al ambiente, así como verificar las áreas fuera del proyecto donde se realicen trabajos de compensación ambiental.

Para el cumplimiento de los objetivos anteriores, se detallan a continuación las acciones a verificar:

Tabla 11. Acción de supervisión: Demarcación o marcaje de los límites de la obra.

Acción de supervisión: Demarcación o marcaje de los límites de la obra			
Descripción: Realizar la supervisión de un marcaje o delimitación de las áreas del proyecto a fin de que no se afecten áreas no previstas y que puedan afectarse. Actividad supervisada por el responsable técnico del cambio de uso de suelo forestal, previa cuantificación de arbolado.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Disminución de la Cobertura vegetal	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Revisión inicial antes del desmonte. Verificación diaria durante el desmonte. **Duración:** Permanente hasta la conclusión de la etapa de construcción
Indicador:	**Delimitación:** (Área delimitada / Área Autorizada) * 100	**Posibles medidas complementarias:**	Instalación de marcas visibles

Acción de supervisión: Demarcación o marcaje de los límites de la obra			
	Avance: Superficie afectada / Superficie Programada		Restauración de áreas afectadas no autorizadas
Valor Umbral:	100% de avance de la delimitación. Avance >1	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 12. Acción de supervisión: Supervisión del Programa de rescate de flora.

Acción de supervisión: Supervisión del Programa de rescate de flora			
Descripción Previo a los trabajos de desmonte, se supervisará el cumplimiento de lo indicado en el programa de rescate de flora, para lo cual deberá de existir el reporte de las actividades realizadas, indicando fecha y áreas liberadas.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Afectación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a la disminución de la biodiversidad de flora.	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Diaria. **Duración:** Permanente hasta la liberación del área para el desmonte.
Indicador:	% Avance / % Programado	**Posibles medidas complementarias:**	Ejecución inmediata y suspensión del desmonte
Valor Umbral:	100% de avance antes del inicio del desmonte	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 13. Acción de supervisión: Rescate y Ahuyentamiento de fauna.

Acción de supervisión: Rescate y Ahuyentamiento de fauna			
Descripción: Previo a los trabajos de desmonte, se supervisará el cumplimiento del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna, para lo cual deberá de existir el reporte de las actividades realizadas, indicando fecha y áreas liberadas.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Afectación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a la disminución de la abundancia de fauna.	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Diaria. **Duración:** Permanente hasta la liberación del área para el desmonte.
Indicador:	% Avance / % Programado	**Posibles medidas complementarias:**	Ejecución inmediata y suspensión del desmonte
Valor Umbral:	100% de avance antes del inicio del desmonte	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 14. Acción de supervisión: Supervisión de obras para el control de escorrentías.

Acción de supervisión: Supervisión de obras para el control de escorrentías			
Descripción: Se realizará la supervisión de la construcción de las obras de control de escorrentías para el manejo hidráulico y la conservación de suelos que permitan asegurar la calidad del agua. El objetivo de esta actividad es en primera instancia monitorear la habilitación de la infraestructura programada para la retención de los sedimentos y la calidad del agua, así como el funcionamiento de la misma.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Disminución de la calidad del agua e Incremento de los procesos erosivos	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Quincenal durante la etapa de operación, en el temporal de lluvias y en secas cada tres meses. **Duración:** Permanente hasta la restauración del sitio de compensación adicional.

Acción de supervisión: Supervisión de obras para el control de escorrentías			
Indicador:	**Avance** (Obras Realizadas / Obras Programadas) * 100. **Rescate de Suelo** (Toneladas de Suelo rescatada / Hectárea de CUS) **Control de Erosión** (Toneladas Retenidas en obras de sedimentación / Hectárea de Proyecto)	**Posibles medidas complementarias:**	Ajuste en las obras y/o habilitación de nuevas obras necesarias.
Valor Umbral:	Mala calidad del agua por acarreo de sedimentos Incumplimiento de la habilitación de obras antes del cambio de uso de suelo. Obras saturadas de azolve	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 15. Acción de supervisión: Supervisión del monitoreo de la calidad del Agua.

Acción de supervisión: Supervisión del monitoreo de la calidad del Agua			
Descripción: Se establecerán puntos de monitoreo de la calidad del agua en la parte alta del proyecto y en la parte baja del mismo, para el monitoreo principalmente del nivel de sólidos, se medirán posibles contaminantes asociados con una operación, aun y cuando el proceso no generará efluentes o descargas a los cuerpos de agua. El monitoreo se llevará a cabo en los cursos de agua en sitios definidos antes de la ejecución del proyecto (línea base).			
Impacto al que va dirigida la acción:	Disminución de la calidad del agua	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Mensual. **Duración:** Permanente durante todas las etapas de ejecución del proyecto.
Indicador:	Concentración medida aguas arriba del proyecto / Concentración medida aguas abajo del proyecto	**Posibles medidas complementarias:**	Evaluación de la no conformidad y establecimiento inmediato de medidas correctivas. Aplicación de medidas correctivas. Difusión y Capacitación
Valor Umbral:	10% mayor al incremento natural detectado durante la medición de línea base.	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 16. Acción de supervisión: Monitoreo de la calidad del aire.

Acción de supervisión: Monitoreo de la calidad del aire			
Descripción: A fin de proteger la salud de los trabajadores principalmente y preservar el ecosistema local, durante las actividades de operación del Proyecto se debe controlar la calidad del aire, la misma que puede ser alterada por actividades de apertura de caminos, desmonte, excavación, el tránsito continúo y operación de los camiones y maquinarias.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Disminución de la calidad del aire y las emisiones de contaminantes a la atmósfera	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Cada 6 meses se realizarán mediciones en las diferentes áreas del proyecto.

Acción de supervisión: Monitoreo de la calidad del aire			
			Duración: Estacional durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación
Indicador:	PST µg/m3	**Posibles medidas complementarias:**	Mayor periodicidad de los riegos en temporada de secas Revisión del Programa de mantenimiento de la maquinaria Recomendaciones a los operarios
Valor Umbral:	Incumplimiento de niveles indicados en la NOM-025-SSA1-1993 Molestia y reportes de trabajadores	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 17. Acción de supervisión: Supervisión de manejo de residuos sólidos y de manejo especial.

Acción de supervisión: Supervisión de manejo de residuos sólidos y de manejo especial			
Descripción: Supervisar que el responsable del proyecto y/o contratista lleven el adecuado control y registro de la generación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial durante todas las etapas del Proyecto, a fin de asegurar el adecuado manejo y disposición final de los mismos de acuerdo a la legislación aplicable. Para realizar la verificación, el promovente llevará a cabo la verificación interna se detecta alguna situación crítica de riesgo o impacto ambiental por mal manejo de residuos peligroso, se debe notificar inmediatamente al responsable del área operativa y a Medio Ambiente.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Disminución de la calidad del agua y suelo	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Diaria. **Duración:** Permanente durante todas las etapas de ejecución del proyecto.
Indicador:	No conformidades detectadas / Verificaciones en piso realizadas. Kg de Residuos Sólidos Urbanos / Toneladas de Producción. Kg de Residuos de Manejo Especial / Toneladas de Producción.	**Posibles medidas complementarias:**	Evaluación de la no conformidad y establecimiento inmediato de medidas correctivas. Aplicación de medidas correctivas. Capacitación.
Valor Umbral:	Incumplimiento de los procedimientos de los planes de manejo, procedimientos y/o legislación aplicable en materia de residuos peligrosos. Aumento en el indicador de generación de residuos.	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 18. Acción de supervisión: Manejo de residuos peligrosos.

Acción de supervisión: Manejo de residuos peligrosos
Descripción:

Acción de supervisión: Manejo de residuos peligrosos			
Supervisar que el responsable del proyecto y/o la empresa contratista lleven el adecuado control y registro de la generación de los residuos peligrosos durante todas las etapas del Proyecto, a fin de asegurar el adecuado manejo y disposición final de los mismos de acuerdo a la legislación aplicable.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Disminución de la calidad del agua y suelo	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Diaria. **Duración:** Permanente durante todas las etapas de ejecución del proyecto.
Indicador:	No conformidades detectadas / Verificaciones en piso realizadas. Kg de Residuos Peligrosos / Toneladas de Producción.	**Posibles medidas complementarias:**	Evaluación de la no conformidad y establecimiento inmediato de medidas correctivas. Aplicación de medidas correctivas. Capacitación.
Valor Umbral:	Incumplimiento de los procedimientos de los planes de manejo, procedimientos y/o legislación aplicable en materia de residuos peligrosos. Aumento en el indicador de generación de residuos.	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Tabla 19. Acción de supervisión: Verificación de los trabajos de los trabajos de restauración.

Acción de supervisión: Verificación de los trabajos de los trabajos de restauración			
Descripción: El monitoreo y/o evaluación, tiene como propósito evaluar el éxito de las actividades de reforestación en las áreas de compensación. Asimismo, ayudará a identificar áreas problemáticas que puedan requerir mantenimiento o retratamiento y proveer información que permita establecer los méritos relativos de las especies. El éxito de la reforestación será determinado comparando parámetros de vegetación específicos en el área plantada con áreas no perturbadas que se encuentren en lugares aledaños y la identificación de las especies implantadas en campo y la eficiencia de las tareas de revegetación, estimada como un porcentaje de individuos viables.			
Impacto al que va dirigida la acción:	Reducción de la cobertura arbórea, reducción de la infiltración, disminución de la biodiversidad, aumento de los procesos erosivos	**Frecuencia de la supervisión y duración de la acción:**	**Supervisión:** Revisión semestral, Al final de lluvias y seis meses después. **Duración: 4 años posteriores a la plantación**
Indicador:	Superfície (Hectáreas sembradas / Hectáreas Programadas) * 100 Densidad (Plantas Plantadas / 1,283) Sobrevivencia (plantas vivas/plantas plantadas) * 100	**Posibles medidas complementarias:**	Replantación o cambio de especies
Valor Umbral:	Superficie < 90% Densidad < 80% Sobrevivencia < 60%	**Responsable actividad:**	PROMOVENTE

Capítulo IX

Identificación De Los Instrumentos Metodológicos Y Elementos Técnicos Que Sustentan La Información Señalada En Las Fracciones Anteriores

CONTENIDO

IX . IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 1
IX.1 CARTOGRAFÍA (DIGITAL) 1
IX.2 FOTOGRAFÍA 1
IX.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 1
IX.4 PROGRAMAS ANEXOS 6
IX.5 LISTADO DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL 7
IX.5.1 Especies potenciales de anfibios 7
IX.5.2 Especies potenciales de aves 8
IX.5.3 Especies potenciales de mamíferos 15
IX.5.4 Especies potenciales de reptiles 17

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LISTA DE ANFIBIOS POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 7
TABLA 2. LISTA DE AVES POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 8
TABLA 3. LISTA DE MAMÍFEROS POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 15
TABLA 4. LISTA DE REPTILES POTENCIALES EN EL SA Y EL AP. 17

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

IX.1 CARTOGRAFÍA (DIGITAL)

1. Plano de Urbanización del proyecto
2. Plano de los polígonos de CUSTF

IX.2 FOTOGRAFÍA

Se anexan fotografías del proyecto (formato digital en cd)

IX.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Amphibia Web (2012). Information on Amphibian Biology and Conservation. Amphibia Web, Berkeley, CA. http://amphibiaweb.org.
- Aparicio Mijares, F. J. (2003). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa, México, D.F.
- Arriaga, L., et al. (2000). Regiones terrestres prioritarias para la conservación en México. CONABIO, México.
- Becerra, M. A. (1999). Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Bedient, P. B., Huber, W. C., & Vieux, B. (2012). Hydrology and Floodplain Analysis (4th ed.). Prentice Hall.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). The Nature and Properties of Soils (14th ed.). Pearson.
- Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests. FAO Forestry Paper 134. FAO, Rome.
- Bohórquez, J. E. T. 2013. Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, 2013(81), 79-93.
- Campbell, H. W., & Christman, S. P. (1982). Field techniques for herpetofauna community analysis. En N.J. Scott Jr. (Ed.), *Herpetological communities* (pp. 193-200). US Fish and Wildlife Service.
- Canter, L. W. (1999). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. McGraw-Hill/Interamericana de España, Madrid.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. Instituto de Ecología e Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.
- Ceballos G. y Oliva G. (Coordinadores.). 2005. Los Mamíferos silvestres de México. CONABIO/Fondo de Cultura Económica. México. 986 p.
- Ceballos, G., Díaz-Pardo, H., Espinosa, H., Flores-Villela, O., García, A., Martínez, L., Martínez-Meyer, E., Navarro, A., Ochoa, L., Salazar, I., y G. Santos-Barrera. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la

conservación de la biodiversidad en México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 575-600.

- Ceballos, G., & Miranda, A. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México= A field guide to the mammals of the Jalisco Coast, Mexico. Fundacion Ecologica de Cuixmala A.C. – Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Contreras, F., O. Castañeda. 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. Revista Ciencias. 76: 46-59. García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco/Field Guide of the Reptiles and Amphibians of the Jalisco Coast. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C.-Instituto de Biología (UNAM), México D.F.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill.
- Clewell, A. F., & Aronson, J. (2013). Ecological Restoration: Principles, Values and Structure of an Emerging Profession (2nd ed.). Island Press.
- Conesa, F. V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Mundiprensa, Madrid.
- Costanza, R., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260.
- Cuevas, G. R., N. M. Núñez L., L. Guzmán H. y F. J. Santana M. 1998b. El bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco–Colima, México. Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. Época 3. 5:445–491.
- Cué-Bär, E., J. L. Villaseñor, L. Arredondo-Amezcua, G. Cornejo-Tenorio y G. Ibarra-Manríquez. 2006. La f l ora arbórea de Michoacán. Boletín de la Sociedad Botánica de México 78:47-81.
- Cuevas, G. R., L. Guzmán H., S. Moreno G. y F. J. Santana M. 1998a. Flora arbórea del estado de Colima: una aproximación. VII Congreso Latinoamericano de Botánica y XIV Congreso Mexicano de Botánica. México, D. F. 225 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Daily, G. C. (1997). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press.
- DOF. 2010. NORMA OFICIAL MEXICANA–059 – 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. Diario Oficial de la Federación. SEMARNAT. 30 de diciembre 2010 y la modificación en Anexo III el 14/11/2019 (MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.) Fecha de consulta: 20 de mayo de 2025. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.html. y la Fe de Erratas publicada el 04/03/2020 ambos en el DOF (FE de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, publicada el 14 de noviembre de 2019) Fecha de consulta: 20 de mayo de 2025. Disponible en:https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0.
- Dunne, T., & Leopold, L. B. (1978). Water in Environmental Planning. W.H. Freeman.
- 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 MedioAmbiente (UNESCO). Roma, Italia

- FAO (2010). EX-ACT: Ex-Ante Carbon-balance Tool. FAO, Roma.
- Figueroa, Juana R.. 2005. Valoración de la biodiversidad: Perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica. INCI, feb. 2005, vol.30, no.2, p.103-107. ISSN 0378-1844., Venezuela.
- Franco-Gordo, C. & Domínguez, Enrique. (2014). Inventario de Biodiversidad de la Costa Sur de Jalisco y Colima Volúmen 2.
- Flores, V.O. y P. Gerez. 1988. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB, Jalapa, Ver. México.
- Flores, V. O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo, 2a edición. Técnico Científicas, México, D. F. 439 p.
- Gann, G. D., et al. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Restoration Ecology, 27(S1), S1–S46.
- García, A., & Ceballos, G. (1994). Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C.–UNAM.
- Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O., & Foley, J. A. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks. Environmental Research Letters, 2(4), 045023.
- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2013). Introduction to Environmental Impact Assessment (4th ed.). Routledge.
- Gómez Orea Domingo. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- García, A., G. Casas-Andreu, R. Martinez-Ortega y O. Avila-Lopez. 2016. Anfibios y reptiles (Amphibia y Reptilia). En: La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado. CONABIO. Mexico, pp. 431-441.
- Grosselete, M. y G. Ruiz. 2016. Aves de Colima. Gobierno del Estado de Colima Howell, S.N.G., S. Webb. 1994. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C., and Foster, M. S. (eds) 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Howell, S.N.G., S. Webb. 1994. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 1990. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación: Escala 1:250,000: Serie II,. México: INEGI.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 2000. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación: Escala 1:250,000: Serie III,. México: INEGI.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 2005. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación: Escala 1:250,000: Serie IV,. México: INEGI.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 2011. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación: Escala 1:250,000: Serie VI,. México: INEGI.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 2017. Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación: Escala 1:250,000: Serie VII,. México: INEGI.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C., & Foster, M. S. (Eds.). (1994). Measuring and Monitoring Biological Diversity. Smithsonian Institution Press.
- Hillel, D. (1998). Environmental Soil Physics. Academic Press.

- Howell, S. N. G., & Webb, S. (1994). A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.
- INEGI (1990). Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie II. INEGI, México.
- INEGI (2000). Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie III. INEGI, México.
- INEGI (2005). Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie IV. INEGI, México.
- INEGI (2011). Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie VI. INEGI, México.
- INEGI (2017). Guía para la Interpretación de Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Serie VII. INEGI, México.
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IGES.
- IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines. IPCC.
- Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12, 519–539.
- 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.
- LOPEZ RAMOS, E. 1993. Geología General y de México. México Ed. Trillas.
- Magurran, A. E. (1991). Ecological Diversity and Its Measurement. Chapman & Hall.
- Mays, L. (2004). Water Resources Engineering. John Wiley & Sons.
- McDiarmid, R. W., Foster, M. S., Guyer, C., Gibbons, J. W., & Chernoff, N. (Eds.) (2010). Reptile Biodiversity. University of California Press.
- McVaugh, R. (1961–2001). Flora Novo-Galiciana (Vols. 3, 5, 12, 14, 16). University of Michigan Press.
- MEA – Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press.
- Mellink, E., & de la Riva, G. (2005). Non-breeding waterbirds at Laguna de Cuyutlán and its associated wetlands, Colima, México. Journal of Field Ornithology, 76(2), 158-168.
- Martínez, C., J. 2004. Áreas prioritarias para la conservación de la riqueza arbórea de Colima. Posgrado en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 80 p.
- Morgan, R. P. C. (2005). Soil Erosion and Conservation (3rd ed.). Blackwell Publishing.
- Morris, P., & Therivel, R. (2001). Methods of Environmental Impact Assessment. Spon Press.
- Ortiz, V. B., & Ortiz, S. A. (1980). Edafología. Universidad Autónoma Chapingo.
- 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.
- Pagiol S, et al. 2003. La venta de servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado Para la conservación y el desarrollo. Semarnat, México.
- Padilla Velarde, Eloy; Cuevas Guzmán, Ramón; Ibarra Manríquez, Guillermo; Moreno Gómez, Saúl Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 77, núm. 2, diciembre, 2006, pp. 271-295 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.
- Pagiola, S., et al. (2003). La venta de servicios ambientales forestales. SEMARNAT, México.
- Pielou, E. C. (1975). Ecological Diversity. Wiley.

- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2016. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Ediciones Científicas Universitarias. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., & Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466.
- Patiño-Barragan, M., Meyer-Willerer, O., Galicia-Pérez, M., Lezama-Cervantes, C., Lara-Chávez, B. 2009. Zona de mayor afección en el Puerto de Manzanillo, 39 Colima, México, por eventos hidrometereologicos intensos y su periodicidad. Boletín Técnico IMME 47(1): 47-60.
- Pérez Valadez, N., Riojas-López, M.E. y Mellik, E. 2013. Aves de Manzanillo, Colima a El Salto, Jalisco. Guía de Campo. Universidad de Colima, Energía de Occidente de México, S de R.L. de C.V., Colima, México.
- Pritchett, W. L. 1991. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. Editorial LIMUSA. México, D. F.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Borja, M. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. USDA.
- Ramírez-González, A. 2006. Ecología, Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y Comunidades. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 271pp.
- Ramírez, P. J., et al. (1982). Catálogo de los Mamíferos Terrestres Nativos de México. Editorial Trillas/UAM.
- Rzedowski, J. (1986). Vegetación de México. Editorial LIMUSA, México.
- Sadler, B. (1996). Environmental Assessment in a Changing World. IAIA.
- SER International (2004). Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration.
- Ramírez P. J. Et. Al. 1982. Catálogo de los Mamíferos Terrestres Nativos de México. Ed. Trillas/ universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F.
- Santana–Michel, F. J., N. Cervantes y N. Jiménez R. 1998 Flora melífera del estado de Colima, México. Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara 6:251–277.
- Sagardi, M. C., Olvera, J. J. H., & Ruiz, R. P. (2013). Consideraciones en torno a la dinámica cultural del sitio costero Valle de las Garzas, Manzanillo, estado de Colima, durante el 450 al 650 dC. Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre, (64).
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1994. Inventario Forestal periódico del estado de Colima. Subsecretaria Forestal. SARH, Gobierno de la República.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2018. Compendio de Estadísticas Ambientales. México
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Consulta web Febrero 2025 https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008_ing/pdf/cap_3_suelos.pdf
- Starker Leopold. 1977. Fauna Silvestre de México, Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales. México.
- TRAGSA. 1998. Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 2ª ed. Revisada y ampliada Editorial Mundi-Prensa. Madrid España 945 p.
- Villa-Jaime, L. 2014. Espacio urbano y vulnerabilidad: construcción social del riesgo hidro-meteorológico. El caso de Valle de las Garzas, Manzanillo. Tesis de Maestría. Departamento de estudios socioculturales maestría en comunicación de la ciencia y la cultura. Universidad Jesuita de Guadalajara. Guadalajara. 169 pp.
- TEEB (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Earthscan.

- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses. USDA Agriculture Handbook No. 537.

IX.4 PROGRAMAS ANEXOS

a) Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
b) Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
c) Programa de Restauración del Predio de Compensación Adicional
d) Programa de Obras de Conservación de Suelo y agua
e) Plan de manejo de residuos.
f) Anexo fotográfico y bases de datos (digital cd)

IX.5 LISTADO DE FAUNA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

IX.5.1 ESPECIES POTENCIALES DE ANFIBIOS

Tabla 1. Lista de anfibios potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES	UICN	Distribución
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	-	LC	Nativa
Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo jaspeado	-	-	LC	Endémica
Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	-	II	LC	Endémica
Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	-	-	LC	Nativa
Ranidae	*Lithobates forreri*	Rana leopardo de Forrer	Pr	-	LC	Endémica
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana chirriadora caribeña	-	-	-	Exótica-Invasora
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	-	-	LC	Nativa
Microhylidae	*Hypopachus ustus*	Sapo boca angosta huasteco	Pr	-	LC	Nativa
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus nitidus*	Rana fisgona deslumbrante	-	-	LC	Nativa
Ranidae	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Pr	-	LC	Endémica
Ranidae	*Lithobates megapoda*	Rana leopardo patas grandes	Pr	-	NT	Endémica

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

IX.5.2 ESPECIES POTENCIALES DE AVES

Tabla 2. Lista de aves potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC	Nativa	R; MI
Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-	-	LC	Nativa	MI
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	-	-	LC	Nativa	R; MI
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	-	II	LC	Nativa	R
Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo nevado	A	-	NT	Nativa	R; MI; MV
Charadriidae	*Anarhynchus wilsonia*	Chorlo pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI
Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes	-	-	-	Nativa	MI
Anatidae	*Anas diazi*	Pato mexicano	A	-	-	Nativa	R; MI
Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga americana	-	-	LC	Nativa	R
Caprimulgidae	*Antrostomus ridgwayi*	Tapacaminos Tucuchillo	-	-	LC	Nativa	R; MV
Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	-	LC	Nativa	R
Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra	-	II	LC	Nativa	MI; MV
Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	-	II	LC	Nativa	MI; T
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	-	-	LC	Exótica-Invasora	R; MI
Procellariidae	*Ardenna creatopus*	Pardela Patas Rosadas	Pr	-	VU	Nativa	T; O
Procellariidae	*Ardenna grisea*	Pardela gris	-	-	NT	Nativa	T; O
Procellariidae	*Ardenna pacifica*	Pardela cola cuña	A	-	LC	Nativa	R; T; O
Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	-	-	LC	Nativa	R
Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	-	-	LC	Nativa	MI
Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	-	II	LC	Nativa	R
Ardeidae	*Botaurus exilis*	Avetoro menor	Pr	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	II	LC	Nativa	R; MI; MV
Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta	-	II	LC	Nativa	R
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	II	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	-	II	LC	Nativa	R
Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC	Nativa	MI; T
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	II	LC	Nativa	R; MV
Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-	-	LC	Nativa	R; MI
Anatidae	*Cairina moschata*	Pato real	P	-	LC	Nativa	R
Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	-	LC	Nativa	MI
Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero Rojo	-	-	NT	Nativa	MI
Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	-	LC	Nativa	MI; T

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-	-	NT	Nativa	MI
Scolopacidae	*Calidris virgata*	Playero Brincaolas	-	-	LC	Nativa	MI
Picidae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero Pico Plateado	Pr	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-	-	LC	Nativa	R
Falconidae	*Caracara plancus subsp. cheriway*	Caracara Quebrantahuesos Centroamericano	-	II	LC	Nativa	R
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	-	-	LC	Nativa	R
Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-	-	LC	Nativa	R
Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	-	-	LC	Nativa	MI
Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	-	-	LC	Nativa	MI; T
Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	-	-	LC	Nativa	R; T
Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	-	-	LC	Nativa	MI
Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	-	-	NT	Nativa	R; MI
Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	-	-	LC	Nativa	MI; T
Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	-	LC	Nativa	R
Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	-	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	II	LC	Nativa	R; MI
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	-	II	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Columba livia*	Paloma asiática bravía	-	-	LC	Exótica-Invasora	R
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	-	-	LC	Nativa	R
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	-	-	LC	Nativa	R
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	-	-	LC	Nativa	R
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	-	LC	Nativa	R
Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulnegro	-	-	LC	Nativa	R
Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	-	-	LC	Nativa	R
Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	-	LC	Endémica	R
Trochilidae	*Cynanthus auriceps*	Esmeralda Occidental	-	II	LC	Endémica	R
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-	II	LC	Nativa	R
Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	III	LC	Nativa	R
Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	-	III	LC	Nativa	R
Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	-	-	LC	Nativa	R

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza rojiza	P	-	NT	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor	-	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca	-	II	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Empidonax albigularis*	Papamoscas Garganta Blanca	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas Amarillo del Pacífico	-	-	LC	Nativa	R; MI
Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	-	-	LC	Nativa	MI
Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	-	-	LC	Nativa	R; MI
Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia garganta negra	-	-	-	Endémica	R
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	II	VU	Nativa	R
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Pr	I	LC	Nativa	R; MI
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	-	II	LC	Nativa	R; MI
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	-	-	LC	Nativa	R
Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-	-	LC	Nativa	R; MI
Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	-	-	LC	Nativa	MI
Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Charrán pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso	-	-	LC	Nativa	R
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	-	LC	Nativa	MI
Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	-	-	LC	Nativa	R; MI
Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	II	LC	Nativa	R
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	-	II	LC	Nativa	R
Strigidae	*Glaucidium palmarum*	Tecolote colimense	A	II	LC	Endémica	R
Cardinalidae	*Granatellus venustus*	Granatelo mexicano	-	-	LC	Endémica	R
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero americano	-	-	LC	Nativa	R; MI
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Trochilidae	*Heliomaster constantii*	Colibrí Picudo Occidental	-	II	LC	Nativa	R
Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco	-	II	LC	Nativa	R
Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	-	-	Nativa	R; MI
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV; T
Hydrobatidae	*Hydrobates melania*	Paíño negro	A	-	LC	Nativa	R; O
Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del Caspio	-	-	LC	Nativa	R; MI
Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	-	-	LC	Nativa	MI
Icteridae	*Icterus pectoralis*	Calandria Pecho Moteado	-	-	LC	Nativa	R
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	-	LC	Nativa	R

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus spurius subsp. spurius*	Calandria Castaña	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	-	LC	Nativa	R
Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana norteña	-	-	LC	Nativa	R
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT	Nativa	R; MI
Laridae	*Larus argentatus*	Gaviota Plateada	-	-	-	Nativa	MI
Laridae	*Larus californicus*	Gaviota californiana	-	-	LC	Nativa	MI
Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	-	-	LC	Nativa	MI
Laridae	*Larus heermanni*	Gaviota Plomiza	Pr	-	NT	Nativa	R
Laridae	*Larus livens*	Gaviota Bajacalifornia	Pr	-	LC	Nativa	R
Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela Canela	-	-	LC	Nativa	R
Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Leiothlypis luciae*	Chipe rabadilla rufa	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	-	-	LC	Nativa	MI
Parulidae	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de Virginia	-	-	LC	Nativa	MI
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	-	-	LC	Nativa	R
Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	-	-	LC	Nativa	T
Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero pico corto	-	-	VU	Nativa	MI
Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Costurero pico largo	-	-	NT	Nativa	MI
Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	-	VU	Nativa	MI
Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	-	-	LC	Nativa	MI
Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín pescador de collar	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso	-	-	LC	Nativa	R
Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	-	-	LC	Endémica	R
Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	-	-	LC	Endémica	R
Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	-	-	LC	Nativa	MI
Passerellidae	*Melozone kieneri*	Rascador Nuca Canela	-	-	LC	Endémica	R
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	II	LC	Nativa	R
Mimidae	*Mimus polyglottos*	Centzontle norteño	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	-	-	LC	Nativa	MI
Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	-	-	LC	Nativa	R; MV
Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	-	-	LC	Nativa	R; MI
Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	-	-	LC	Nativa	R
Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña americana	Pr	-	LC	Nativa	R; MI
Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas cenizo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Tyrannidae	*Myiarchus nuttingi*	Papamoscas Huí	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	-	LC	Nativa	R; MV

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	-	-	LC	Nativa	MV
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	-	LC	Nativa	R
Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	-	-	LC	Nativa	R
Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo	-	-	LC	Nativa	MI
Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito trinador	-	-	LC	Nativa	MI
Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	-	-	LC	Nativa	R; MI
Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	-	-	LC	Nativa	R; MI
Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque	-	-	LC	Nativa	R
Cracidae	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca pálida	-	-	LC	Endémica	R
Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	Pato tepalcate	-	-	LC	Nativa	R; MI
Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	-	-	LC	Nativa	R
Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	-	II	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero	-	-	LC	Nativa	MI
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Europeo	-	-	LC	Exótica-Invasora	R
Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	-	LC	Nativa	MI; MV
Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorín pecho naranja	-	-	LC	Endémica	R
Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado	-	-	LC	Nativa	R; MV
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	-	-	LC	Nativa	R
Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	-	-	LC	Nativa	MI
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	-	-	LC	Nativa	R; MI
Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	-	-	LC	Nativa	MV; T
Passerellidae	*Peucaea botterii*	Zacatonero de Botteri	-	-	LC	Nativa	R
Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	-	LC	Nativa	R
Phaethontidae	*Phaethon aethereus*	Rabijunco pico rojo	A	-	LC	Nativa	R; O
Scolopacidae	*Phalaropus lobatus*	Falaropo cuello rojo	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	-	-	LC	Nativa	MI; T
Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-	-	LC	Endémica	R
Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	-	-	LC	Nativa	R
Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja	-	-	LC	Nativa	MI
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga roja	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-	-	LC	Nativa	R
Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	-	-	LC	Nativa	R; MI
Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	-	-	LC	Nativa	R; MI
Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo gris	-	-	VU	Nativa	MI
Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	-	-	LC	Nativa	R; MI
Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-	-	LC	Nativa	R; MI
Polioptilidae	*Polioptila nigriceps*	Perlita sinaloense	-	-	LC	Endémica	R
Rallidae	*Porphyrio martinicus*	Gallineta morada	-	-	LC	Nativa	R; MI
Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora	-	-	LC	Nativa	R; MI
Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	-	-	LC	Nativa	R; MV
Procellariidae	*Puffinus opisthomelas*	Pardela mexicana	P	-	NT	Nativa	R; O
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	-	-	LC	Nativa	R; MI
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*	Papamoscas Mexicano	Pr	-	LC	Endémica	R
Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	-	-	LC	Nativa	R; MI
Rhodinocichlidae	*Rhodinocichla rosea*	Tangara Pecho Rosa	-	-	LC	Nativa	R
Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	-	-	LC	Nativa	MI; MV; T
Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán caracolero	Pr	II	LC	Nativa	R
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	-	II	LC	Nativa	R
Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	-	-	LC	Nativa	R; MI
Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador gris mesoamericano	-	-	LC	Nativa	R
Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	-	-	LC	Nativa	R; MI
Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla	-	-	LC	Nativa	MI
Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV; T
Parulidae	*Setophaga pitiayumi*	Chipe Tropical	-	-	LC	Nativa	R; MV
Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	-	-	LC	Nativa	MI
Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	-	-	LC	Nativa	MI
Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela	-	-	LC	Nativa	R; MI
Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	-	-	LC	Nativa	MI
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	-	-	LC	Nativa	R
Thraupidae	*Sporophila minuta*	Semillero pecho canela	-	-	LC	Nativa	R
Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	-	LC	Endémica	R
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	-	-	LC	Nativa	R; MI
Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán común	-	-	LC	Nativa	MI; T
Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	-	LC	Nativa	R; MV
Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	-	-	LC	Exótica-Invasora	R
Sulidae	*Sula brewsteri*	Bobo café	-	-	LC	Nativa	R
Sulidae	*Sula dactylatra*	Bobo enmascarado	-	-	LC	Nativa	R
Sulidae	*Sula nebouxii*	Bobo Patas Azules	Pr	-	LC	Nativa	R
Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor menor	Pr	-	LC	Nativa	R
Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-	-	LC	Nativa	R
Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina bicolor	-	-	LC	Nativa	MI
Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	-	-	LC	Nativa	R; MI

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución	Estacionalidad[4]
Laridae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr	-	NT	Nativa	MI; MV
Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	-	-	LC	Nativa	R; MI
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara azulgrís	-	-	LC	Nativa	R
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	-	-	LC	Endémica	R
Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	-	LC	Nativa	R
Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	-	-	LC	Nativa	R
Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla menor	-	-	VU	Nativa	MI
Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla mayor	-	-	NT	Nativa	MI
Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero pihuiuí	-	-	LC	Nativa	MI
Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	-	LC	Endémica	R
Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo garganta blanca	-	-	LC	Nativa	R
Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	-	-	LC	Endémica	R
Turdidae	*Turdus rufopalliatus subsp. rufopalliatus*	Tordo	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	-	LC	Nativa	R
Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	-	-	LC	Nativa	MI; MV; T
Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	-	-	LC	Nativa	R; MI
Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza de campanario	-	II	LC	Nativa	R
Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	-	-	LC	Nativa	R
Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	-	LC	Nativa	MI; MV
Vireonidae	*Vireo cassinii*	Vireo de Cassin	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	-	-	LC	Nativa	MV
Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador	-	-	LC	Nativa	R; MI
Vireonidae	*Vireo hypochryseus*	Vireo Amarillo	-	-	-	Endémica	R
Vireonidae	*Vireo hypochryseus subsp. hypochryseus*	Vireo amarillo	-	-	-	Nativa	R
Vireonidae	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo	-	-	LC	Nativa	R; MI; MV
Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	-	-	LC	Nativa	R
Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	-	-	LC	Nativa	R
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	-	LC	Nativa	R; MI
Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	-	-	LC	Nativa	R; MI

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

[4] **Estacionalidad: P=** Residencia permanente, **T=** Transitorio, **I=** Invierno permanece en el área, **O=** Oceánica, **MV=** Migratorio en verano, **MI=** Migratorio en invierno, **V=** Verano permanece en el área, **R=** Residente en época de reproducción.

IX.5.3 ESPECIES POTENCIALES DE MAMÍFEROS

Tabla 3. Lista de mamíferos potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	-	-	LC	Nativa
Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis subsp. triomylus*	Murciélago	-	-	LC	Nativa
Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante	-	-	LC	Nativa
Cricetidae	*Baiomys musculus*	Ratón pigmeo sureño	-	-	LC	Nativa
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris de saco	-	-	LC	Nativa
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata subsp. plicata*	Murciélago gris de saco	-	-	LC	Nativa
Bovidae	*Bos taurus*	Ganado vacuno	-	-	-	Exótica
Canidae	*Canis familiaris*	Perro Doméstico	-	-	-	Exótica-Invasora
Phyllostomidae	*Choeroniscus godmani*	Murciélago lengüetón de Godman	-	-	LC	Nativa
Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo nueve bandas	-	-	LC	Nativa
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-	-	-	Nativa
Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis subsp. nana*	Murciélago frugívoro pigmeo	-	-	LC	Nativa
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	-	LC	Nativa
Didelphidae	*Didelphis virginiana subsp. californica*	Tlacuache norteño	-	-	LC	Nativa
Felidae	*Felis catus*	Gato doméstico	-	-	-	Exótica-Invasora
Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón	-	-	-	Nativa
Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	-	-	LC	Nativa
Heteromyidae	*Heteromys pictus subsp. pictus*	Ratón espinoso pintado	-	-	LC	Nativa
Phyllostomidae	*Leptonycteris yerbabuenae*	Murciélago magueyero menor	Pr	-	NT	Nativa
Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	-	LC	Nativa
Molossidae	*Molossus sinaloae*	Murciélago mastín de Sinaloa	-	-	LC	Nativa
Molossidae	*Molossus sinaloae subsp. sinaloae*	Murciélago mastín de Sinaloa	-	-	LC	Nativa
Muridae	*Mus musculus*	Ratón casero eurasiático	-	-	-	Exótica-Invasora
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	III	LC	Nativa
Sciuridae	*Notocitellus adocetus*	Cuinique	-	-	LC	Endémica
Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	-	-	LC	Endémica
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	-	LC	Nativa
Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	-	-	LC	Nativa
Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	-	-	LC	Endémica
Geomyidae	*Pappogeomys bulleri*	Tuza de Jalisco	-	-	LC	Endémica
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-	LC	Nativa
Mormoopidae	*Pteronotus fulvus*	Murciélago lomo pelón menor	-	-	LC	Nativa
Vespertilionidae	*Rhogeessa parvula*	Murciélago amarillo menor	-	-	LC	Endémica
Emballonuridae	*Saccopteryx bilineata*	Murciélago rayado mayor	-	-	LC	Nativa
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla Vientre Rojo	-	-	LC	Nativa
Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	-	-	LC	Endémica
Cricetidae	*Sigmodon alleni*	Rata de la caña del Pacífico	-	-	VU	Endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Cricetidae	*Sigmodon mascotensis*	Rata de la caña de Jalisco	-	-	LC	Endémica

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

IX.5.4 ESPECIES POTENCIALES DE REPTILES

Tabla 4. Lista de reptiles potenciales en el SA y el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Anolidae	*Anolis megapholidotus*	Abaniquillo de escamas grandes	Pr	-	LC	Endémica
Anolidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	-	-	LC	Endémica
Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Pr	-	LC	Endémica
Teiidae	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Pr	-	LC	Endémica
Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	-	-	LC	Nativa
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Lagartija cola azul	Pr	-	LC	Endémica
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	-	-	LC	Nativa
Boidae	*Boa sigma*	Mazacuata	-	II	-	Endémica
Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de Río	Pr	II	VU	Nativa
Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Víbora de cascabel	Pr	-	LC	Endémica
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana negra	A	II	LC	Endémica
Dipsadidae	*Dipsas gaigeae*	Culebra caracolera	Pr	-	LC	Endémica
Colubridae	*Drymarchon corais*	Culebra indigo	-	-	-	Nativa
Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos	-	-	LC	Nativa
Gekkonidae	*Gehyra mutilata*	Geco plano	-	-	LC	Exótica
Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Lagarto de chaquira	A	II	LC	Nativa
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	-	LC	Exótica-Invasora
Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	-	LC	Nativa
Elapidae	*Hydrophis platurus*	Serpiente marina pelágica	-	-	LC	Nativa
Dipsadidae	*Hypsiglena torquata*	Culebra nocturna	Pr	-	LC	Endémica
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	LC	Nativa
Typhlopidae	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática	-	-	LC	Exótica-Invasora
Kinosternidae	*Kinosternon chimalhuaca*	Tortuga de pantano jaliscience	-	II	LC	Endémica
Colubridae	*Lampropeltis polyzona*	Falsa coralillo real occidental	A	-	LC	Nativa
Dipsadidae	*Leptodeira maculata*	Escombrera del suroeste mexicano	Pr	-	LC	Endémica
Dipsadidae	*Leptodeira septentrionalis subsp. polysticta*	Culebra ojo de gato	Pr	-	LC	Nativa
Colubridae	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico gargantilla	A	-	LC	Endémica
Dipsadidae	*Manolepis putnami*	Culebra cabeza surcada	-	-	LC	Endémica
Scincidae	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental	-	-	LC	Endémica
Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical	-	-	LC	Nativa
Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	-	-	LC	Nativa
Phyllodactylidae	*Phyllodactylus davisi*	Salamanquesa de Colima	A	-	LC	Endémica
Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa patas de res	-	-	LC	Endémica
Dipsadidae	*Pseudoleptodeira latifasciata*	Culebra ojo de gato falsa cabeza roja	Pr	-	LC	Endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010[1]	CITES[2]	UICN[3]	Distribución
Geoemydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga de monte pintada	A	II	-	Nativa
Colubridae	*Salvadora lemniscata*	Culebra chata sureña	Pr	-	LC	Endémica
Colubridae	*Salvadora mexicana*	Culebra chata del Pacífico	Pr	-	LC	Endémica
Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	-	-	LC	Nativa
Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	-	-	LC	Endémica
Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	-	-	LC	Nativa
Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	-	-	LC	Endémica
Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija espinosa vientre rosado	-	-	LC	Nativa
Scincidae	*Scincella assata*	Eslizón centroamericano	-	-	LC	Nativa
Colubridae	*Symphimus leucostomus*	Culebra labios blancos de Tehuantepec	Pr	-	LC	Endémica
Colubridae	*Tantilla calamarina*	Culebrita cabeza negra del Pacífico	Pr	-	LC	Endémica
Natricidae	*Thamnophis validus*	Culebra listonada de la costa oeste	-	-	LC	Endémica
Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga gravada	-	-	LC	Nativa
Emydidae	*Trachemys scripta subsp. elegans*	Tortuga pinta	Pr	-	-	Nativa
Colubridae	*Trimorphodon biscutatus*	Culebra lira	-	-	LC	Nativa
Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	-	-	LC	Endémica

[1] **NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU ACTUAL ANEXO NORMATIVO III (DOF 14-11-2019): - =** sin categoría **Pr=** Sujetas a Protección Especial; **A=** Amenazada; **P=** En peligro de extinción.

[2] **CITES**: **Apéndice I=** Especies que se encuentran en peligro de extinción; **Apéndice II=**Especies que no están en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse; **Apéndice III** = Especies amenazadas en al menos un país.

[3] **UICN: EX=** Extinta, **EW=** Extinta en estado silvestre, **CR=** En peligro crítico, **EN=** En peligro, **VU=** Vulnerable, **NT=** Casi amenazada, **LC=** Preocupación menor, **DD=** Datos insuficientes.

ANEXO A
PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA

“Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima”






CONTENIDO

I . Introducción 1
II . Objetivos 2
II.1 OBJETIVO GENERAL 2
II.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
III . Metas y alcances 2
IV . Metodología 2
IV.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES SUCEPTIBLES A RESCATE 2
IV.2 MÉTODOS DE RESCATE 8
IV.2.1 Recolecta de material genético *9*
IV.2.2 Trasplante *10*
V . Acciones de mantenimiento y supervivencia 13
VI . Área de acopio 14
VII Poligono de reubicación (predio de compensación) 15
VIII . Programa de actividades calendarizada 16
IX . Evaluación del rescate y reubicación de especies de flora 17
IX.1 INFORME DE AVANCE Y RESULTADOS 18
IX.2 INDICADORES DE DESEMPEÑO 18
IX.3 INFORME DE AVANCES Y RESULTADOS. 19
X . Referencias bibliográficas 19

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LISTADO DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL MUESTREO PARA EL AP (TRABAJOS DE CAMPO). 3
TABLA 2. ESPECIES SUSCEPTIBLES A RESCATE CONFORME AL ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FLORA ENTRE LA SA Y AP. 5
TABLA 3. ESPECIES DE FLORA SUJETAS A RESCATE Y MÉTODO A EMPLEAR. 7
TABLA 4. CANTIDAD DE PLANTA A RESCATAR EN EL ÁREA DE CUSTF DE SBC (0.9308 HA) 7
TABLA 5. CANTIDAD DE MATERIAL GENÉTICO A RESCATAR POR ESPECIE DE FLORA. 8
TABLA 6. COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DEL ÁREA DE ACOPIO. 14
TABLA 7. COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DEL POLÍGONO DE REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA RESCATADAS 15
TABLA 8. CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE RESCATE DE FLORA. 17

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. EJEMPLO DE EXTRACCIÓN Y CEPELLÓN DE LAS PLANTAS RESCATADAS. 12
FIGURA 2. PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO. 15
FIGURA 3. PLANO DE UBICACIÓN DEL POLÍGONO DE REUBICACIÓN (COMPENSACIÓN). 16

I. INTRODUCCIÓN

El presente programa se constituye como un instrumento técnico donde se establecen y describen detalladamente una serie de acciones y metodologías de rescate y reubicación de flora, a través de las cuales se pretende preservar la estabilidad poblacional regional de las especies existentes dentro de las áreas donde se desarrollará el proyecto. Para el desarrollo de estas metodologías, fueron consideradas las condiciones físicas de las diferentes áreas del proyecto así como las características propias de las especies susceptibles a ser rescatadas, de modo que se maximice la probabilidad de supervivencia de los organismos cuya manipulación derive de la aplicación del presente programa. La efectividad será evaluada mediante indicadores de éxito.

Este programa está diseñado para definir los métodos y planeación de rescate y reubicación de la flora que se vería afectada en el área sujeta a CUSTF del proyecto, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y finalización del proyecto; principalmente está enfocado a aquellas especies que se encuentran catalogadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además considera· también aquéllas especies que no estén en algún estatus que no se encuentran bien representadas en el SA, cuya abundancia es menor con respecto al que presentan en el área de CUSTF del sitio del proyecto, así como especies de difícil regeneración natural, lento desarrollo y de importancia ecológica.

En el presente documento se presentan las metas, objetivos, el mantenimiento, la metodología de rescate a seguir y las evaluaciones supervivencia de seguimiento del establecimiento de las especies rescatadas con el fin de asegurar el 80% de supervivencia y cumplir con la legislación en la materia, para asegurar la del proyecto.

Previo al desmonte y despalme, un equipo integrado un ingeniero forestal y 5 técnicos de apoyo realizarán el rescate y reubicación de todos ejemplares de especies de flora propuestas en el programa correspondiente y que se ubiquen dentro del área solicitada. Las actividades consisten en el reconocimiento, y marcaje de cada elemento a rescatar, colocando una marca o etiqueta a través de una nomenclatura o clave que permita la identificación y tratamiento que recibirá; posteriormente se realizará la reubicación en el centro de acopio (vivero) y resguardo del germoplasma para la posterior reproducción de planta en un vivero cercano.

El proyecto inmobiliario para la urbanización habitacional denominado "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**", se ubica dentro de la mancha urbana de Manzanillo en el estado de Colima, donde se realizaron los estudios para la autorización del proyecto inmobiliario dentro del cual se requiere el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF); este proyecto en su totalidad requiere una superficie total de **0.9749 ha** dentro de los cuales **0.9308 ha corresponden a vegetación de selva baja caducifolia** y se encuentran **sujetas a CUSTF**.

De acuerdo con la evaluación de CUSTF efectuada del proyecto los impactos ambientales sobre la flora son los siguientes:

a. Disminución de la cobertura vegetal
b. Pérdida de ejemplares
c. Pérdida de carbono
d. Afectación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Los impactos antes listados surgen durante la etapa de preparación del sitio del proyecto, como consecuencia del desmonte que presenta vegetación de **selva baja caducifolia** específica de la superficie **sujeta a CUSTF (0.9308 ha)**.

Considerado esto, se procedió a elaborar el presente Programa de Rescate y Reubicación de la Flora (PRRF) de las especies presentes en el área donde se ejecutará el CUSTF, con la finalidad de mitigar la afectación de la biodiversidad existente, por lo que el programa pretende cumplir con los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

II.1 OBJETIVO GENERAL

Disminuir la afectación a la flora silvestre presentes en el área sujeta a CUSTF (**0.9308 ha**), a través del rescate y reubicación de ejemplares, planteando las estrategias para favorecer la reubicación y reforestación de especies susceptibles, de importancia ecológica, aquellas que se encuentran citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las que no se encuentran bien representadas en el SA, con el fin de mantener su abundancia, diversidad y conservación, y los servicios ambientales que presentan dentro del ecosistema.

II.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar aquellas zonas donde hay presencia de especies vegetales de interés ecológico que resulten susceptibles a utilizarse en actividades de reubicación.
- Rescatar los ejemplares de intereses ecológicos o susceptibles de utilizarse en la reforestación de áreas donde se ejecutará la compensación, con especial énfasis en aquellas que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Habilitar un vivero o un centro de acopio de manera temporal para el mantenimiento y manejo adecuado de los ejemplares que resulten producto del rescate hasta su reubicación, así como la producción de planta de las especies susceptibles a rescate mediante germoplasma.
- Garantizar una sobrevivencia mayor o igual al 80% de los organismos mediante el monitoreo de las especies a ser trasplantadas en los sitios destinados.

III. METAS Y ALCANCES

Las acciones que se plasman en el presente documento resultan de la observación de toda el área del proyecto que se pretende modificar por el desmonte y despalme para la preparación del sitio.

- Realizar el rescate mediante trasplante y reubicación de a **175 individuos** menores de 1.5 m de los estratos arbóreo (95 individuos) y arbustivo (80 individuos), de los cuales se tienen identificadas **13 especies** sujetas a rescate.
- Ejecutar el rescate de **13.5 kg de semilla** de las **8 especies** susceptibles mediante la recolecta de material genético (semilla/esquejes).
- Garantizar la sobrevivencia de los organismos mediante la adecuada ejecución de técnicas que permiten como mínimo el 80% de sobrevivencia en especies de flora que sean trasplantadas.

IV. METODOLOGÍA

IV.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES SUSCEPTIBLES A RESCATE

Este punto hace referencia a que aun y cuando se trate de especies identificadas para su rescate, se procederá a seleccionar únicamente aquellos ejemplares de las diferentes especies los cuales cuenten con un tamaño adecuado para efectuar su manejo y manipulación, esto para seleccionar aquellos ejemplares que presentan una

mayor capacidad de sobrevivencia, así como focalizar las actividades de rescate sobre los organismos dentro de los criterios de selección.

Para identificar las especies susceptibles a rescatar se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Especies registradas en el área de CUSTF y no en el Sistema Ambiental.
- Especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación del Anexo Normativo III.
- Aquellas especies que no se encuentran bien representadas en el Sistema Ambiental cuyo índice de valor de importancia (IVI) es menor con respecto al que presentan las mismas especies en el área de CUSTF.
- Diferencia entre las abundancias de las especies identificadas en el área de CUSTF y SA.

Enfatizando lo anterior, los criterios evaluados respecto al tamaño de los organismos para ser considerados no susceptibles a rescate son:

- Ejemplares de tamaño menor a 1.5 m de altura.
- Tener un sistema radicular poco desarrollado.
- Ejemplares en un estadio de desarrollo de regeneración natural.
- **Que no presenten enfermedades patógenas:**
    - Pudrición
    - Manchas y/o presencia de hongos
    - Bacterias
    - Plagas u otro agente patógeno en éstos.

A continuación se presenta el listado completo de las especies de flora identificadas con los trabajos de campo, en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto:

Tabla 1. Listado de especies de flora registradas en el muestreo para el AP (trabajos de campo).

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
1	Arbóreo	Espino blanco	*Acacia cochliacantha*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
2	Arbóreo	Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	No incluida	No incluida	VU	Nativa
3	Arbóreo	Llora sangre	*Apoplanesia paniculata*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
4	Arbóreo	Copal	*Bursera excelsa*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
5	Arbóreo	Papelillo verde	*Bursera grandifolia*	No incluida	No incluida	LC	Endémica
6	Arbóreo	Papelillo rojo	*Bursera simaruba*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
7	Arbóreo	Iguanero	*Cenostigma eriostachys*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
8	Arbóreo	Ayoyote	*Cascabela ovata*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
9	Arbóreo	Pochote	*Ceiba aesculifolia*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
10	Arbóreo	Tamborcillo	*Cordia dentata*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
11	Arbóreo	Barcino	*Cordia elaeagnoides*	No incluida	No incluida	LC	Endémica
12	Arbóreo	Coliguana	*Cordia seleriana*	No incluida	No incluida	LC	Endémica
13	Arbóreo	Coral	*Coulteria platyloba*	No incluida	No incluida	LC	Endémica
14	Arbóreo	Bulillo	*Crataeva tapia*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
15	Arbóreo	Zalate	*Ficus velutina*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
16	Arbóreo	Guasima	*Guazuma ulmifolia*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
17	Arbóreo	Majagua	*Heliocarpus terebinthinaceus*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
18	Arbóreo	Tepemezquite	*Lysiloma divaricatum*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
19	Arbóreo	Guamuchil	*Pithecellobium dulce*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
20	Arbóreo	Ciruelo	*Spondia purpurea*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
21	Arbóreo	Azajar	*Styrax ramirezii*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
22	Arbustivo	Pica Pendejos	*Bonellia macrocarpa*	No incluida	No incluida	LC	Nativa

No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN	Distribución
23	Arbustivo	Tabachincillo	*Caesalpinia pulcherrima*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
24	Arbustivo	Limoncillo T. Guayabo	*Guettarda elliptica*	No incluida	No incluida	CR	Nativa
25	Arbustivo	Gorda dura	*Hyperbaena ilicifolia*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
26	Arbustivo	Crucillo	*Randia armata*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
27	Arbustivo	Carricillo	*Rhipidocladum racemiflorum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
28	Arbustivo	Vara prieta	*Russelia sarmentosa*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
29	Arbustivo	Arbusto de la Paloma	*Salpianthus arenarius*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
30	Arbustivo	Senna cafecillo	*Senna obtusifolia*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
31	Arbustivo	Abrojo	*Triumfetta semitriloba*	No incluida	No incluida	LC	Nativa
32	Otras formas de vida	Zarzal morado	*Antigonon flavescens*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
33	Otras formas de vida	Bejuco corchozo	*Aristolochia taliscana*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
34	Otras formas de vida	Bejuco rodillón	*Celastrus pringlei*	No incluida	No incluida	No incluida	Endémica
35	Otras formas de vida	Zarzal del cahuite	*Cryptostegia grandiflora*	No incluida	No incluida	No incluida	Exótica-Invasora
36	Otras formas de vida	Pitayo 8 costillas	*Pachycereus pecten-aboriginum*	No incluida	Apéndice II	LC	Endémica
37	Otras formas de vida	Bejuco trifoliado	*Serjania mexicana*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
38	Herbáceo	Golondrina	*Carlowrightia arizonica*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
39	Herbáceo	Tripa de pollo	*Commelina diffusa*	No incluida	No incluida	LC	Exótica
40	Herbáceo	Cordoncillo	*Elytraria imbricata*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
41	Herbáceo	Pasto tanzania	*Panicum maximum*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
42	Herbáceo	Hierba del venado	*porophyllum ruderale*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
43	Herbáceo	Chayotillo tronador	*Sicyos barbatus*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa
44	Herbáceo	Guinar escobero	*Sida glabra*	No incluida	No incluida	No incluida	Nativa

Como se puede observar de las especies identificadas en el área sujeta a CUSTF **ninguna** se encuentra en categoría de riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y **su Modificación del Anexo Normativo III.**

El **índice de valor de importancia (IVI)** 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 Dominancia Relativa (DR), la Densidad relativa (Dr) y la Frecuencia Relativa (FR), siendo el valor máximo del 300% (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).

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio por una especie determinada, respecto a las 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.

En el curso taller de elaboración de los ETJ para el tema “Lineamientos de Cambio de Uso de Suelo” impartido el 26 de abril de 2017 por el Ing. Honorio Hernández Méndez, subdirector de Conservación de Cuencas, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se indicó la importancia del análisis comparativo del IVI como parte de los criterios para determinar las medidas de mitigación y determinar el número de especies que se verán afectadas por la realización del proyecto.

Para fortalecer el proceso de selección de especies se incorpora la **comparativa de abundancias** entre el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y el Sistema Ambiental (SA). Este enfoque permite evaluar de manera más precisa la representatividad ecológica de cada especie y su papel dentro de la comunidad vegetal afectada. La comparación de abundancias facilita identificar especies que, aun cuando puedan presentar valores moderados o bajos de IVI, poseen una presencia numérica relevante o cumplen una función ecológica significativa en el sitio. Asimismo, permite distinguir aquellas especies que podrían ser raras o escasamente representadas, tanto en el CUSTF como en el SA, lo que las convierte en candidatas prioritarias para acciones de rescate y conservación.

El análisis comparativo entre el Sistema Ambiental (SA) y el Área del Proyecto (AP-CUSTF) evidencia que varias especies presentan menores valores de abundancia e Índice de Valor de Importancia (IVI) en el SA respecto al AP, lo que refleja un incremento claro de su peso ecológico en el área intervenida. En el estrato arbóreo, *Apoplanesia paniculata* incrementa su abundancia de 26.7 ind/ha en el SA a 122.2 ind/ha en el AP, con un aumento de IVI de 6.53% a 17.46%; *Heliocarpus terebinthinaceus* pasa de 242.2 ind/ha (IVI 26.06%) en el SA a 417.7 ind/ha (IVI 53.68%) en el AP, consolidándose como especie dominante; mientras que *Cordia elaeagnoides* incrementa su IVI de 16.95% a 32.60%, a pesar de un cambio moderado en abundancia. En el estrato arbustivo, *Senna obtusifolia* muestra uno de los cambios más marcados, aumentando de 88.9 ind/ha (IVI 11.32%) en el SA a 333.3 ind/ha (IVI 45.04%) en el AP, y *Caesalpinia pulcherrima* incrementa su IVI de 13.83% a 30.83%. En el grupo de otras formas de vida, *Celastrus pringlei* presenta un aumento significativo, pasando de 77.8 ind/ha (IVI 29.56%) en el SA a 200.0 ind/ha (IVI 127.18%) en el AP, mientras que *Antigonon flavescens* incrementa su abundancia de 55.6 a 111.1 ind/ha, con un aumento de IVI de 18.08% a 40.72%. Finalmente, en el estrato herbáceo, *Elytraria imbricata* incrementa su abundancia de 12,888.9 ind/ha (IVI 108.87%) en el SA a 18,888.9 ind/ha (IVI 172.23%) en el AP, y *Commelina diffusa* aumenta su IVI de 25.42% a 39.91%.

Tabla 2. Especies susceptibles a rescate conforme al Índice de Valor de Importancia y abundancia de las especies de flora entre la SA y AP.

Estrato	Especie	Sistema Ambiental		Área del Proyecto (CUSTF)		Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
		Abundancia (ind/ha)	IVI	Abundancia (ind/ha)	IVI		
Arbóreo	*Acacia cochliacantha*	31.1	5.64%	31.1	9.91%	0.0	-4.27%
Arbóreo	*Acacia hindsii*	6.7	2.72%			6.7	2.72%
Arbóreo	*Amphipterygium adstringens*	8.9	3.93%	60.0	9.94%	-51.1	-6.01%
Arbóreo	*Apoplanesia paniculata*	26.7	6.53%	122.2	17.46%	-95.5	-10.93%
Arbóreo	*Bursera excelsa*	8.9	2.73%	31.1	9.22%	-22.2	-6.49%
Arbóreo	*Bursera grandifolia*	131.1	31.05%	182.2	35.06%	-51.1	-4.00%
Arbóreo	*Bursera simaruba*	40.0	5.18%	53.3	9.26%	-13.3	-4.08%
Arbóreo	*Cenostigma eriostachys*	102.3	20.12%	44.4	8.72%	57.9	11.40%
Arbóreo	*Cascabela ovata*	26.6	4.27%	4.4	2.80%	22.2	1.47%
Arbóreo	*Casearia nitida*	100.0	6.98%			100.0	6.98%
Arbóreo	*Ceiba aesculifolia*	42.2	6.23%	17.8	5.37%	24.4	0.87%
Arbóreo	*Chloroleucon mangense*	28.9	5.02%			28.9	5.02%
Arbóreo	*Cordia alliodora*	35.5	6.84%			35.5	6.84%
Arbóreo	*Cordia dentata*	20.0	5.30%	31.1	14.13%	-11.1	-8.83%
Arbóreo	*Cordia elaeagnoides*	31.1	16.95%	37.8	32.60%	-6.7	-15.65%
Arbóreo	*Cordia seleriana*	55.5	9.64%	71.1	25.20%	-15.6	-15.56%
Arbóreo	*Coulteria platyloba*	340.0	23.18%	37.7	6.81%	302.3	16.38%
Arbóreo	*Crataeva tapia*	108.9	11.06%	75.6	13.38%	33.3	-2.32%
Arbóreo	*Ficus velutina*	6.7	2.10%	4.4	2.86%	2.3	-0.76%
Arbóreo	*Forchhammeria pallida*	111.1	11.37%			111.1	11.37%
Arbóreo	*Guazuma ulmifolia*	40.0	6.57%	20.0	8.89%	20.0	-2.32%

Estrato	Especie	Sistema Ambiental		Área del Proyecto (CUSTF)		Diferencia de abundancia (SA-AP)	Diferencia de IVI (SA-AP)
		Abundancia (ind/ha)	IVI	Abundancia (ind/ha)	IVI		
Arbóreo	*Haematoxylum brasiletto*	53.3	8.93%			53.3	8.93%
Arbóreo	*Heliocarpus terebinthinaceus*	242.2	26.06%	417.7	53.68%	-175.5	-27.62%
Arbóreo	*Jacaratia mexicana*	6.7	2.70%			6.7	2.70%
Arbóreo	*Lonchocarpus constrictus*	53.3	11.31%			53.3	11.31%
Arbóreo	*Lonchocarpus eriocarinalis*	28.9	5.03%			28.9	5.03%
Arbóreo	*Lysiloma divaricatum*	6.7	3.34%	6.7	3.96%	0.0	-0.62%
Arbóreo	*Margaritaria nobilis*	4.4	2.28%			4.4	2.28%
Arbóreo	*Pithecellobium dulce*	4.4	1.98%	28.9	11.50%	-24.5	-9.52%
Arbóreo	*Recchia mexicana*	26.6	4.43%			26.6	4.43%
Arbóreo	*Roseodendron donnell-smithii*	322.2	17.60%			322.2	17.60%
Arbóreo	*Senna atomaria*	6.7	3.50%			6.7	3.50%
Arbóreo	*Spondia purpurea*	37.8	11.90%	28.9	9.74%	8.9	2.15%
Arbóreo	*Styrax ramirezii*	48.9	7.54%	37.7	9.54%	11.2	-2.00%
Arbustivo	*Bonellia macrocarpa*	44.4	11.99%	22.2	8.05%	22.2	3.94%
Arbustivo	*Caesalpinia pulcherrima*	77.8	13.83%	133.3	30.83%	-55.5	-16.99%
Arbustivo	*Celtis iguanaea*	88.9	18.85%			88.9	18.85%
Arbustivo	*Croton suberosus*	55.6	11.62%			55.6	11.62%
Arbustivo	*Guettarda elliptica*	44.4	17.16%	22.2	19.01%	22.2	-1.85%
Arbustivo	*Hyperbaena ilicifolia*	77.8	31.49%	111.1	26.70%	-33.3	4.78%
Arbustivo	*Randia armata*	444.4	58.53%	377.8	81.22%	66.6	-22.69%
Arbustivo	*Rhipidocladum racemiflorum*	77.8	14.49%	77.8	13.27%	0.0	1.22%
Arbustivo	*Russelia sarmentosa*	522.2	78.93%	255.6	37.85%	266.6	41.08%
Arbustivo	*Salpianthus arenarius*	88.9	17.47%	66.7	12.83%	22.2	4.64%
Arbustivo	*Senna obtusifolia*	88.9	11.32%	333.3	45.04%	-244.4	-33.73%
Arbustivo	*Triumfetta semitriloba*	55.6	14.34%	122.2	25.20%	-66.6	-10.86%
Otras formas de vida	*Acanthocereus tetragonus*	33.3	9.16%			33.3	9.16%
Otras formas de vida	*Antigonon flavescens*	55.6	18.08%	111.1	40.72%	-55.5	-22.64%
Otras formas de vida	*Aristolochia taliscana*	122.2	40.01%	77.8	51.20%	44.4	-11.19%
Otras formas de vida	*Celastrus pringlei*	77.8	29.56%	200.0	127.18%	-122.2	-97.62%
Otras formas de vida	*Combretum fruticosum*	488.9	128.15%			488.9	128.15%
Otras formas de vida	*Cryptostegia grandiflora*	33.3	9.89%	22.2	9.48%	11.1	0.41%
Otras formas de vida	*Opuntia decumbens*	33.3	6.86%			33.3	6.86%
Otras formas de vida	*Pachycereus pecten-aboriginum*	33.3	13.52%	11.1	8.54%	22.2	4.98%
Otras formas de vida	*Serjania mexicana*	222.2	44.76%	166.7	62.88%	55.5	-18.12%
Herbáceo	*Carlowrightia arizonica*	3,333.3	34.00%	2,000.0	22.89%	1,333.3	11.11%
Herbáceo	*Commelina diffusa*	3,333.3	25.42%	3,777.8	39.91%	-444.5	-14.49%
Herbáceo	*Dicliptera resupinata*	1,777.8	18.61%			1,777.8	18.61%
Herbáceo	*Elytraria imbricata*	12,888.9	108.87%	18,888.9	172.23%	-6,000.0	-63.36%
Herbáceo	*Oplismenus compositus*	1,777.8	12.62%			1,777.8	12.62%
Herbáceo	*Panicum maximum*	2,666.7	25.99%	2,888.9	30.18%	-222.2	-4.19%
Herbáceo	*Petiveria alliacea*	1,555.6	16.67%			1,555.6	16.67%
Herbáceo	*porophyllum ruderale*	2,000.0	18.00%	2,000.0	20.22%	0.0	-2.21%
Herbáceo	*Sicyos barbatus*	1,777.8	17.31%	888.9	8.66%	888.9	8.65%
Herbáceo	*Sida glabra*	2,222.2	22.51%	444.4	5.92%	1,777.8	16.59%

En la vegetación de **selva baja caducifolia (SBC)** no se incluyen las especies del estrato herbáceo, ya que presentan alta capacidad de regeneración natural mediante semillas o rebrote, además de ciclos de vida cortos y poblaciones dinámicas que se reestablecen fácilmente tras disturbios. Por ello, se prioriza el rescate de especies leñosas, suculentas o con valor de conservación, mientras que las herbáceas se desarrollaran mediante regeneración natural en sitio.

Con base a los criterios anteriores, se identifican **21 especies susceptibles a rescate**; para 13 especies se empleará un método de rescate por trasplante, para su posterior reubicación en las áreas de acopio, y 8 especies mediante la recolecta de material genético; lo anterior se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 3. Especies de flora sujetas a rescate y método a emplear.

Estrato	Especie	Método de rescate
Arbóreo	*Amphipterygium adstringens*	Trasplante
Arbóreo	*Apoplanesia paniculata*	Trasplante
Arbóreo	*Bursera excelsa*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Bursera grandifolia*	Trasplante
Arbóreo	*Bursera simaruba*	Trasplante
Arbóreo	*Cenostigma eriostachys*	Trasplante
Arbóreo	*Ceiba aesculifolia*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Cordia dentata*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Cordia elaeagnoides*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Cordia seleriana*	Trasplante
Arbóreo	*Coulteria platyloba*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Crataeva tapia*	Trasplante
Arbóreo	*Ficus velutina*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Trasplante
Arbóreo	*Lysiloma divaricatum*	Recolecta de material genético
Arbóreo	*Styrax ramirezii*	Trasplante
Arbustivo	*Caesalpinia pulcherrima*	Trasplante
Arbustivo	*Guettarda elliptica*	Trasplante
Arbustivo	*Randia armata*	Trasplante
Arbustivo	*Triumfetta semitriloba*	Trasplante
Otras formas de vida	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Recolecta de material genético

De acuerdo con el método de rescate por especie, se determinó que **13 especies** son **sujetas a rescate mediante trasplante**. Con base en la densidad registrada y la superficie de **0.9308 hectáreas de selva baja caducifolia** sujeta a **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)**, se realizará el **rescate de un total de 175 individuos**; siendo estas las que se presentan en la tabla de a continuación:

Tabla 4. Cantidad de planta a rescatar en el área de CUSTF de SBC (0.9308 ha).

Estrato	Especie	Planta en campo (Ind)	Densidad de planta en campo (Ind/ha)	% de rescate	Densidad de plantas de rescate (Ind/ha)	Total de planta de rescate en 0.9308 ha
Arbóreo	*Amphipterygium adstringens*	1	11	80%	9	8
	Apoplanesia paniculata	5	56	30%	17	16
	Bursera grandifolia	2	22	50%	11	10
	Bursera simaruba	2	22	50%	11	10
	Cenostigma eriostachys	3	33	30%	10	9
	Cordia seleriana	2	22	50%	11	10
	Crataeva tapia	5	56	20%	11	10

Estrato	Especie	Planta en campo (Ind)	Densidad de planta en campo (Ind/ha)	% de rescate	Densidad de plantas de rescate (Ind/ha)	Total de planta de rescate en 0.9308 ha
	Heliocarpus terebinthinaceus	9	100	15%	15	14
	Styrax ramirezii	1	11	80%	9	8
Total		**30**	**333**		**104**	**95**
Arbustivo	*Caesalpinia pulcherrima*	7	78	40%	31	29
	Guettarda elliptica	1	11	90%	10	9
	Randia armata	17	189	15%	28	26
	Triumfetta semitriloba	10	111	15%	17	16
Total		**35**	**389**		**86**	**80**
Total general		**65**	**722**		**190**	**175**

De las especies sujetas a rescate mediante la recolecta de material genético, se realizará el rescate de un total de **13.5 kg** de material genético correspondiente a **8 especies** como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5. Cantidad de material genético a rescatar por especie de flora.

Estrato	Especie	Cantidad de rescate (kg)
Arbóreo	*Bursera excelsa*	1.5
Arbóreo	*Ceiba aesculifolia*	1
Arbóreo	*Cordia dentata*	1.5
Arbóreo	*Cordia elaeagnoides*	2
Arbóreo	*Coulteria platyloba*	2
Arbóreo	*Ficus velutina*	1.5
Arbóreo	*Lysiloma divaricatum*	1.5
Otras formas de vida	*Pachycereus pecten-aboriginum*	2.5
Total		**13.5**

IV.2 MÉTODOS DE RESCATE

El rescate y reubicación se llevará a cabo de forma previa al inicio de las actividades de desmonte y despalme, una vez que la brigada topográfica delimite el área que será sujeta a cambio de uso de suelo

Integración de las brigadas de rescate

El programa lo ejecutarán brigadas encabezadas por un especialista forestal apoyado en 4 técnicos; cada uno de ellos contará con el equipo de protección personal. El especialista forestal tendrá como responsabilidades:

- Asegurarse que el personal de la brigada cuente con el equipo de protección personal y con los aperos necesarios para realizar el trabajo.
- Gestionar los recursos necesarios para asegurar la logística operativa de la brigada.
- Identificar las especies susceptibles de ser rescatadas.
- Definir la técnica de rescate, relacionada con la especie y las dimensiones del ejemplar a rescatar.
- Coordinación del trabajo de rescate.
- Cuidar que los ejemplares rescatados sean correctamente manejados, desde su extracción hasta su reubicación.
- Revisar que las áreas de reubicación tengan características similares al sitio de donde se extrajeron los ejemplares.

- Supervisar que el trasplante se realice de forma correcta.
- Determinar la aplicación de medidas de apoyo que, en su caso, requieran los ejemplares trasplantados, a efecto de garantizar la sobrevivencia comprometida.
- Coordinar las labores de mantenimiento durante el tiempo que permanezcan bajo su responsabilidad.
- Realizar las evaluaciones de a efecto de corroborar que se cumple la meta establecida.
- Elaborar los reportes relacionados con la ejecución del programa, que periódicamente se deban entregar a la autoridad.

Las actividades que van a desarrollar los técnicos de apoyo son:

- Emplear en todo momento, el equipo de protección personal y los aperos para realizar un trabajo en forma segura y confiable
- Realizar el marcaje y levantar los registros fisonómicos de los ejemplares seleccionados por el coordinador
- Realizar el rescate de los ejemplares seleccionados, con base en la técnica que el coordinador determine
- Reubicar los ejemplares rescatados en los sitios seleccionados
- Dar el mantenimiento necesario a los ejemplares reubicados
- Apoyar las acciones para cuantificar la sobrevivencia de los ejemplares rescatados y reubicados.

El rescate de flora es un procedimiento que implica propagar, trasplantar o reproducir individuos de un ecosistema determinado, el cual será afectado por diversas actividades humanas y así disminuir y mitigar el impacto de flora que se desarrolla en el sitio.

Actualmente existen tres alternativas para rescatar a un individuo:

- Trasplante o colecta: consiste en remover al individuo completo del sitio donde está establecido y reubicarlo al área de acopio más cercana situada en el predio de compensación el cual cuenta con las condiciones adecuadas para su desarrollo.
- Propagación vegetativa: implica el desarrollo de una planta completa genéticamente igual a la planta madre, a partir de un órgano asexuado de ésta. De esta manera se obtienen gametos que pueden propagarse en el vivero y/o reubicarse en áreas con condiciones adecuadas para su desarrollo.
- Rescate de germoplasma mediante semilla: Este método tiene la ventaja de conservar la diversidad genética de la especie. Como su nombre lo indica, para implementarlo se requiere llevar a cabo la recolección de semillas de los ejemplares que serán afectados, las cuales germinarán y crecerán en vivero para posteriormente ser trasplantadas a las áreas finales de establecimiento.

IV.2.1 RECOLECTA DE MATERIAL GENÉTICO

La colecta del material genético y reproducción de las especies a considerar se describen a continuación:

- Los frutos son la fuente de semilla, es por ello que se recolectara el fruto en su área de distribución natural y se recomienda elegir arboles sanos, vigorosos y bien conformados. Una vez identificados los mejores ejemplares arbóreos para la extracción de semilla, serán marcados para la posterior recolección de frutos.
- Los frutos deben recolectarse justo antes de la maduración para evitar la dispersión de las semillas; serán utilizados ganchos afilados y cuchillas para empujar, jalar o cortar ramillas. Para la extracción de la semilla, es necesario que esta sea identificada y que se marquen los ejemplares arbóreos que se encuentren sanos, vigorosos y bien conformados.

- Una vez colectados los frutos deberán ser trasladados en sacos al sitio de procesamiento. Los frutos serán extendidos sobre tamiz y puestos a secar al sol por un día, de 3 a 4 horas. Se recomienda que se almacenen en ambientes frescos a la sombra, teniendo una viabilidad de poco menos de un mes; si se almacenan en bolsas plásticas y herméticamente selladas a una temperatura de 15°C su viabilidad será de hasta tres meses.
- El área de colecta no se circunscribirá al sitio del proyecto, por lo que se espera encontrar con ejemplares de mayor porte en las cercanías.

Durante la ejecución del proyecto y el presente programa, también se realizará el monitoreo a las especies seleccionadas para detectar las épocas de floración y fructificación con el fin de implementar la tercera alternativa de rescate de flora.

Una vez que se tenga detectada la época de producción de germoplasma para cada especie, la colecta deberá hacerse en el pico de producción de los frutos maduros, ya que se obtienen más y mejores semillas con menor esfuerzo. Si se hace la colecta de frutos inmaduros esta puede dificultarse y repercutir negativamente en la producción de plantas debido a problemas de inmadurez de las semillas. Resulta de vital importancia que la colecta no se realice después del pico de producción, porque generalmente en frutos tardíos las semillas tienden a ser inviables; además, las especies que presentan frutos dehiscentes se corre el riesgo de perder semilla.

La obtención del material genético deber ser directo de los individuos, porque no podemos saber a qué factores y cuánto tiempo han estado expuestos al suelo, pudiendo presentar problemas de plagas e inviabilidad.

La colecta deberá realizarse para cada una de las especies y en el mayor número de árboles que cuenten con las siguientes características:

- Sin presencia de plagas y enfermedades
- Fuertes y vigorosos.
- Fuste reto sin bifurcaciones ni torceduras, a excepción de los arbustos.
- Buenos productores de semilla.

Estas características permitirán obtener individuos con atributos deseables.

Una vez obtenida la autorización del aviso de aprovechamiento del material genético, producción de la planta a necesitar se realizará en el vivero más cercano al proyecto.

IV.2.2 TRASPLANTE

Antes de iniciar los trabajos de remoción de la vegetación, será necesario que la persona responsable de ejecutar este programa, realice un recorrido por el área del proyecto, para identificar los organismos que serán susceptibles de rescatarse según este programa.

El avance en la extracción de plantas deberá ser organizado, no sólo para que no se pierdan de vista los ejemplares a rescatarse.

Antes de iniciar la extracción del ejemplar que se va a rescatar, se obtendrá la información establecida en un formato correspondiente para cada especie de que se trate.

El rescate por trasplante consistirá en extraer la planta con cepellón con la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema de raíces, lo que se realizará manualmente y/o con la ayuda de herramientas. El cepellón deberá tener un diámetro de nueve a diez veces mayor que el diámetro a la altura del pecho (DAP). La altura del cepellón deberá ser proporcional al diámetro del mismo. Una vez decidido el diámetro del cepellón, se marcará con cal y se realizará la apertura de la zanja.

Es preferible que el suelo posea humedad suficiente para facilitar las labores de excavación, es por esta razón que se sugiere regar previamente el suelo.

Primero se abrirá una zanja que facilitará las labores, deberá tener un ancho de 0.35 m a 0.40 m y se abrirá con pala y pico, posteriormente se realizará un pre banqueo que consiste en cortar las raíces laterales, sin corte basal por lo que se deberá usar una pala plana bien afilada que evite el desgarre de las raíces. Los lados del cepellón deben ir en declive, de tal manera que la parte superior será mayor que la base, de esta manera el cepellón quedará verticalmente en un pedestal del mismo suelo y se debe tener cuidado en mantener el volumen adecuado del cepellón para no dañar más las raíces con potencial de crecimiento (Arellano, 2006).

La conformación del cepellón debe considerar el conservar la mayor cantidad posible de suelo adherido al sistema radical del organismo a extraer, con lo que se evitará lesionarlas, además de que se mantienen los hongos y las bacterias benéficos que contribuyen a la fertilidad del nuevo suelo. Una vez conformado el cepellón se realiza un banqueo, el cual consiste en cortar las raíces basales, posteriormente se colocará por debajo del cepellón una bolsa de polietileno biodegradable (de 5 a 10 años), tela de yute o ixtle, proporcional al tamaño del cepellón; es importante que la bolsa o telas utilizadas cubran todo el cepellón para protegerlo de daños y desecación de las raíces. Se realizará un amarre con cuerdas de henequén, atando la base del tronco y pasando la cuerda por los lados del cepellón hacia la base y de regreso para finalizar en la base del tronco con un nudo.

El proceso de extracción consiste en sujetar las cuerdas laterales y sacar el árbol. Los árboles no deben levantarse del tronco ya que esto les causa daño en la corteza. El cepellón deberá mantenerse húmedo para evitar la desecación del árbol, sin embargo, se debe tener cuidado con la cantidad de agua empleada, ya que un exceso de esta, complicaría el manejo por el reblandecimiento de la tierra y en el peor de los casos deslavaría la tierra dejando expuestas las raíces, lo que dañaría o mataría al ejemplar en el peor de los casos.



Figura 1. **Ejemplo de extracción y cepellón de las plantas rescatadas.**

Los ejemplares que presenten una abundante copa o ramas que pudiesen sufrir daños pueden ser atados para facilitar el manejo y el traslado, cuidando el atarlos correctamente para evitar algún daño.

Previo al atado de la copa, debe efectuarse una poda de conformación que permita realizar las actividades con eficiencia y sin comprometer la estructura ni el bienestar de los árboles. El atado debe realizarse en espiral, iniciando desde la base en dirección vertical hasta llegar a la punta. La cuerda deberá hacer presión sobre las ramas inferiores para que estas, a su vez ejerzan presión y compacten las ramas subsecuentes hasta que la copa adopte una forma lanceolada. Debe cuidarse que la presión que se ejerza sobre las ramas sea suficiente para asegurarlas sin llegar a romperlas, astillarlas o doblarlas en exceso.

Una vez extraída la planta será transportada de inmediato al área designada para la flora rescatada (área de acopio), área que no será afectada por la construcción del proyecto, es decir, dentro del polígono de compensación (**1.11 hectáreas** de compensación, por las **0.9308 ha** de CUSTF), donde será plantada nuevamente, tratando de que la planta no sufra ningún daño posible.

La propuesta de efectuar el rescate en individuos menores de 1.5 metros, consiste en que dichos individuos tienen una mayor probabilidad de sobrevivencia, en lo posible se utilizaran carretillas para el traslado de los individuos al camino más cercano, posterior a eso el traslado podrá realizarse en camioneta hasta el área de acopio más cercana.

El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación.

Las características que deben reunir las plantas son:

- Porte recto
- Estar libre de plagas y enfermedades
- Ser plantas vigorosas
- Tamaño y altura considerable
- Preferentemente plantas jóvenes

Cuando la planta tiene cepellón, lo más importante es que se logre la profundidad de trasplante por todos lados exista buen contacto con el suelo. Por ningún motivo se debe dejar el contenedor o envase. La mala costumbre de no retirar la bolsa, muchas veces justificada con el ahorro de tiempo, conduce a deformaciones radiculares irreversibles. Esa práctica ocasiona graves daños, apreciables sólo a largo plazo, lo cual conduce inevitablemente al fracaso.

Cuando la planta se trasplanta en una cepa, la forma de rellenarla es la siguiente:

- Se debe sostener con una mano la planta en su posición correcta, o cuando sea el caso, sostener en una posición recta el cepellón.
- Con la otra mano se va rellenando con tierra uniformemente alrededor de la planta o cepellón, cuidando que la distribución de la vaya siendo homogénea, esta operación se continúa hasta que el nivel de la tierra de relleno llega un poco por encima del terreno, con la finalidad de que al compactarlo con el pie quede al mismo nivel del terreno o ligeramente más abajo.
- Para lograr un buen contacto del cepellón de la planta con el suelo, se debe compactar la tierra que rodea éste por medio del pisoteo, en donde se encuentre el cepellón, no es necesario realizar esta operación, al menos que al sacarlo del se haya removido, en este caso se debe compactar con la mano.

Es muy común pensar que la reforestación termina al momento del trasplante. No obstante, se le deben seguir proporcionando cuidados a las plantas, hasta que estas se encuentren bien establecidas y muestren un crecimiento dentro lo esperado.

V. ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y SUPERVIVENCIA

De acuerdo con los requerimientos de cada una de las especies seleccionadas para el rescate y reubicación es importante establecer las acciones más importantes para lograr una sobrevivencia superior al 80%, esto mediante las siguientes acciones:

- Limpieza de cajetes y control de malezas.
- Aplicación de fertilizantes orgánicos.
- Programa de replante el año 1 y 2 después de haber realizado la reubicación de las especies rescatadas con el 15% de plantas a implementar más el 15% de las especies seleccionadas.
- Implementar el monitoreo constante y evaluación de sobrevivencia a lo largo del año.

1. Limpieza de cajetes y control de malezas.

Una vez colocada la planta se deberá hacer la limpia de la maleza de los cajetes y el acomodo de este para retener la mayor cantidad agua de lluvia posible y evitar la competencia de hierbas anuales.

Para el buen desarrollo de la planta que se pretende llevar a cabo la reubicación y establecimiento, se tiene que eliminar la competencia que se presenten como malezas, ya que compiten por espacio, agua, luz y nutrientes.

2. Aplicación de fertilizantes.

La aplicación de fertilizante es de suma importancia durante los primeros días de la reubicación de las especies pues le va a permitir recuperarse de forma inmediata al estrés producido por el trasplante, el fertilizante tiene

que ser rico en fosforo para que logre el desarrollo radicular y logre su adaptación en menos tiempo, el fertilizante orgánico más recomendado para los trabajos de fertilización en programas de reforestación es el Bioo-Fom el cual se coloca dentro del cajete donde se estableció la planta rescatada pero retirado del tallo de la planta, con el fin de evitar algún daño al momento de la incorporación del fertilizante al suelo.

3. Replantación.

El programa de replante se da para el año 1 y 2 después de haber realizado la reubicación de las especies rescatadas, el número de plantas para implementar del rescate es 15% más otro 15% de las especies seleccionadas.

Como es muy sabido en todas las actividades de rescate de flora y reubicación existe una pérdida de planta por distintos factores de adaptación, como pueden ser mal manejo o falta de capacidad de la planta para su adaptación al nuevo sitio, por lo que se tiene que considerar un 15% de planta más en el programa rescate, la cual se utilizara en la reposición de planta muerta y así mantener un porcentaje de sobrevivencia mayor.

4. Monitoreo a lo largo del año

Los recorridos de campo y el monitoreo del desarrollo de las especies establecidas permiten establecer correcciones a los trabajos de rescate y reubicación, así como la posible presencia de plagas y enfermedades que pongan en riesgo las especies reubicadas; el estudio de sobrevivencia permitirá establecer con precisión cuales especies son las más susceptibles a rescatar por su buena capacidad de adaptación en condiciones diferentes a las de donde fueron rescatadas.

VI. ÁREA DE ACOPIO

Se acondicionará un área de acopio ubicada dentro del mismo polígono de reubicación de flora, con fines de resguardo y mantenimiento de planta, y cuentan con la ventaja que se ubican en el área a ser restaurada mediante la reubicación de ejemplares de flora.

El trabajo consistirá en:

- Embolsar y ordenar las plantas rescatadas
- Llevar a cabo el riego para promover el crecimiento de raíces
- Aplicación de fertilizante foliar para fortalecerlas
- Limpiar las bolsas de maleza que puedan competir en la absorción de nutrientes
- Podar la planta
- Retirar individuos muertos
- Vigilar el estado de salud en general

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación del área de acopio de planta, cabe precisar que el sistema de coordenadas se encuentra en WGS 84 UTM Zona 13 Norte:

Tabla 6. Coordenadas de los vértices del área de acopio.

Vértice	X	Y
1	570409.30	2117732.70
2	570411.79	2117736.91
3	570418.05	2117733.21
4	570415.56	2117728.99



Figura 2. **Plano de ubicación del área de acopio.**

VII POLÍGONO DE REUBICACIÓN (PREDIO DE COMPENSACIÓN)

El sitio donde se pretende llevar a cabo el establecimiento de las especies rescatadas suma un área total de **1.11 hectáreas**; dentro el área seleccionada se cuenta con las condiciones necesarias para el buen desarrollo de las especies rescatadas, las condiciones de clima son las mismas del lugar de donde se pretende llevar a cabo el rescate, con la única diferencia en cobertura y topografía, la cual en muchas ocasiones resulta favorable en caso de que se tenga que aplicar algún riego de emergencia, ya que se facilitaría la entrada inmediata.

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación del polígono correspondiente al predio de compensación, las cuales se basan en el sistema de referencia WGS 84 UTM Zona 13 Norte.

Tabla 7. Coordenadas de los vértices del polígono de reubicación de especies de flora rescatadas.

Vértice	X	Y
1	570465.77	2117708.84
2	570450.95	2117703.33
3	570414.54	2117727.46
4	570406.92	2117732.12
5	570417.08	2117750.32
6	570434.02	2117766.83
7	570456.03	2117781.23
8	570472.12	2117790.96
9	570482.28	2117800.70
10	570492.44	2117815.09
11	570508.10	2117842.61

Vértice	X	Y
12	570521.22	2117851.92
13	570549.16	2117844.30
14	570561.02	2117830.33
15	570568.21	2117853.62
16	570575.02	2117864.05
17	570583.88	2117857.00
18	570586.42	2117838.38
19	570571.60	2117820.60
20	570558.48	2117809.59
21	570554.24	2117799.85
22	570554.24	2117787.58
23	570549.59	2117773.18
24	570540.27	2117776.57
25	570524.19	2117775.72
26	570517.84	2117764.29
27	570515.72	2117744.82
28	570511.06	2117738.47
29	570498.36	2117730.00
30	570487.78	2117725.77
31	570474.23	2117722.38
32	570468.31	2117717.30

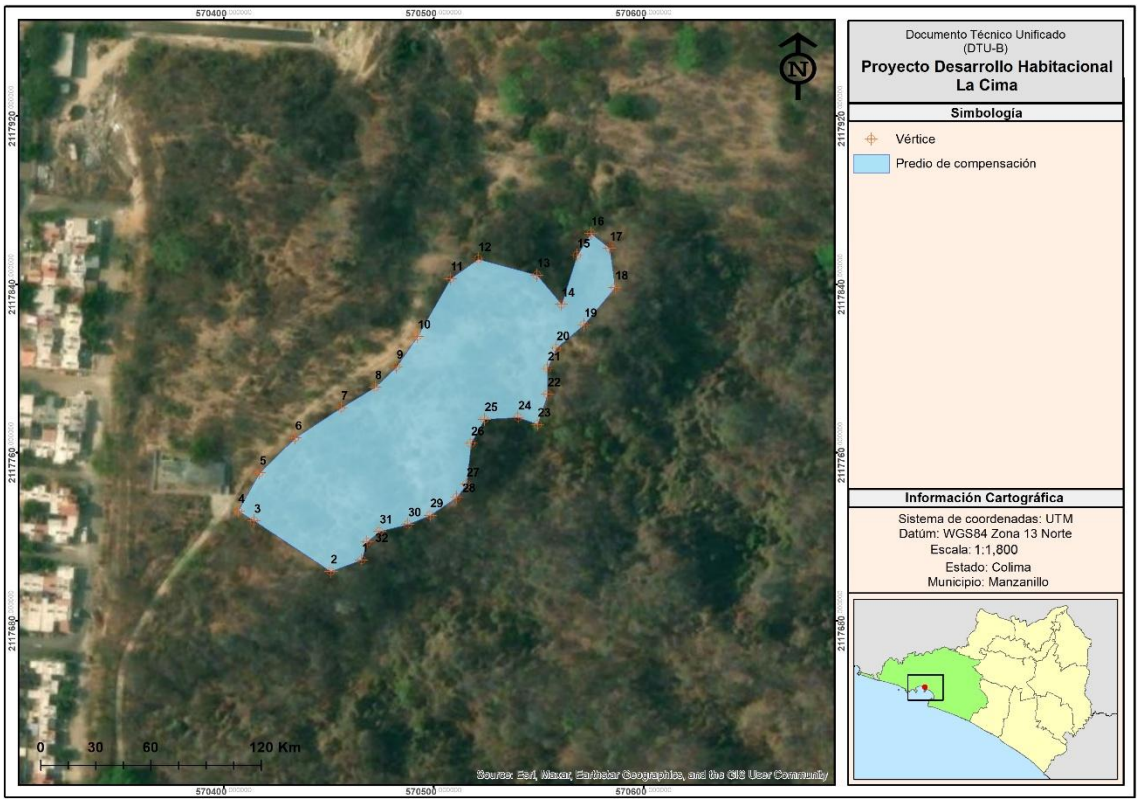


Figura 3. Plano de ubicación del polígono de reubicación (compensación).

VIII. PROGRAMA DE ACTIVIDADES CALENDARIZADA

El programa general de trabajo del rescate y reubicación de flora se realizará en un plazo de 12 meses, tiempo que se distribuye en las etapas de preparación del sitio y construcción, de los cuales el primero es el rescate y la reubicación. El mantenimiento de las plantas y trasplante se acompañarán durante los doce meses. El cronograma es tentativo y quedará sujeto a modificaciones de acuerdo con el Programa de Obras del Proyecto.

Tabla 8. Calendario de actividades de rescate de flora.

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12…18
Preparación del sitio y construcción												
Recorrido de prospección												
Identificación de las especies a rescatar												
Extracción y traslado de la planta a las áreas de acopio												
Monitoreo y mantenimiento*												
Entrega de informes												
Operación y mantenimiento												
Por considerarse las instalaciones de utilidad permanente, las actividades de operación y mantenimiento serán realizadas según las necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo.												

*El monitoreo y mantenimiento comprende 5 años, siendo este realizado desde el comienzo de las actividades de rescate hasta concluir el periodo (60 meses).

IX. EVALUACIÓN DEL RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FLORA

Se establecerá una bitácora de campo, con la cual presentará la siguiente información por ejemplar rescatado:

- Fecha de rescate.
- Total, de organismos rescatados por especie.
- Nombre común y científico del organismo.

Esta bitácora será avaluada con una portada la cual estará firmada por los responsables de ejecutar el rescate, los supervisores de verificación ambiental, los responsables de preparación de sitio, construcción y etapa post-operativa y principalmente por el Técnico Forestal.

Mediante el trabajo de gabinete se elaborará una bitácora electrónica misma que contendrá la siguiente información:

- Especie (nombre común y nombre científico).
- Código de registro individual (mediante su nomenclatura o conteo).
- Ubicación geográfica (coordenadas UTM) de origen y destino de la planta.
- Altura y diámetro (centímetros).
- Imagen de origen y destino de la planta.
- Fecha de rescate.
- Estatus.

La bitácora electrónica será actualizada de manera semestral, realizando un monitoreo de cada uno de los organismos reubicados, con la finalidad de obtener el porcentaje de sobrevivencia de los organismos. Esta bitácora formara parte de las evidencias que se presentaran para darle cumplimiento a los Términos y Condicionantes de los diferentes permisos ambientales, siendo avalada con un oficio elaborado por el Técnico Forestal.

IX.1 INFORME DE AVANCE Y RESULTADOS

1. Una vez concluidas las actividades de plantación el informe de avance y resultados se realizará, en forma trimestral y durante el tiempo de aclimatación, el monitoreo de los ejemplares rescatados, con el fin de evaluar su aclimatación al medio, el registro de estas actividades se realizará cada seis meses.
2. La liberación de los ejemplares se realizará cuando estos presenten un crecimiento de ápice principal, crecimientos secundarios, floración y garantizando todo un ciclo anual (que sobreviva las cuatro estaciones del año) o más tiempo dependiendo de la clasificación de los organismos, dividiéndose en especies de ciclo corto y especies de ciclo largo estas últimas se consideraran el doble de estaciones es decir dos años para su liberación.
3. Especies de ciclo corto: se están considerando aquellas especies vegetales con capacidades de estrategias adaptativas rápidas en cuanto a sus características fisiológicas y morfológicas al nuevo medio.
4. Especies de ciclo largo: se están considerando aquellas especies vegetales de estrategias adaptativas de amplio rango en relación tiempo- adaptación de sus características fisiológicas y morfológicas al nuevo medio.

IX.2 INDICADORES DE DESEMPEÑO

Los indicadores de desempeño se realizan con la finalidad de conocer los avances que se presentan en el programa de rescate de flora de este proyecto, de tal manera que esta medida de mitigación sea ubicable, cuantificable y verificable, considerando que el informe al seguimiento de este programa formará parte del Informe del Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental**.**

Indicador de avance con respecto a superficie autorizada para Cambio de Uso de Suelo:

$$\frac{\boldsymbol{SR}}{\boldsymbol{SA}} \leq \mathbf{1}$$

Donde:

SR es la superficie total donde se realizaron las actividades de rescate de flora.
SA es la superficie autorizada para el Cambio de Uso de Suelo.

Indicador de sobrevivencia para liberación de planta.

$$\% = \langle \frac{(\boldsymbol{a} - \boldsymbol{b})}{\boldsymbol{a}} \rangle \, \mathbf{100}$$

Donde:

% Es sobrevivencia
a Se refiere al número de planta rescatada.
b Se refiere a la cantidad de ejemplares que no sobrevivieron la etapa de adaptación en su nuevo hábitat.

Indicador del total de los organismos rescatados con respecto a los reubicados.

$$\frac{\boldsymbol{ERe}}{\boldsymbol{ERs}} = \mathbf{1}$$

Donde:

ERe se refiere a los ejemplares reubicados;
ERs se refiere a la cantidad total de ejemplares rescatados.

Indicador de los organismos que han mostrado evidencia de adaptación y que han sido liberados

$$\frac{\boldsymbol{ERL} + \boldsymbol{ERIL}}{\mathbf{ERs}} \geq \mathbf{0.80};$$

Donde:

ERL se refiere al número de ejemplares reubicados y liberados sanos.
ERIL Se refiere al número total de ejemplares repuestos de invernadero y liberados sanos.
ERs se refiere al número total de ejemplares rescatados.

IX.3 INFORME DE AVANCES Y RESULTADOS.

Se llevarán registros mensuales y se harán informes trimestrales y los resultados de estos se incluirán en los reportes periódicos que fije la autoridad.

Los registros es informes se harán acompañar de las evidencias documentales necesarias que muestren las actividades ejecutadas.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuevas-Guzmán, R., Santana-Michel, F. J., Guzmán-Hernández, L., & Rodríguez-Contreras, A. (2025). *Guía de árboles de la selva baja caducifolia de la microcuenca La Salada, Colima, México*. Botanical Sciences, Colección Manantlán.
- Gobierno del Estado de Colima. (2021). *La biodiversidad en Colima: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). https://www.biodiversidad.gob.mx
- Guillermo-Sandoval, E. E., Leopardi-Verde, C. L., Cayetano-Ramírez, F., Alvarado-Segura, A. A., & Escobedo-Sarti, G. J. (2021). Composición y estructura florística de una porción de selva baja caducifolia en Tecomán, Colima, México. *Madera y Bosques, 27*(1), e2712091. https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712091
- Navarro, G., & Maldonado, M. (2002). *Los ecosistemas terrestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1ª ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Rzedowski, J., & McVaugh, R. (1966). La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium*, 9, 1–123.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2017). *Métodos de evaluación de impacto ambiental: Biodiversidad terrestre*. SEMARNAT.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *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*. Diario Oficial de la Federación.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2000). Deforestación de los bosques tropicales en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 67, 41–52.
- Valiente-Banuet, A., & Ezcurra, E. (Eds.). (1991). *Ecología de comunidades*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXO B
PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

"Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima"






CONTENIDO

I . Introducción 1
II . Objetivos 2
II.1 OBJETIVO GENERAL 2
II.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
III . MEtas y alcances 2
IV . Metodología 8
IV.1 AHUYENTAMIENTO 9
IV.2 CAPTURA Y REUBICACIÓN 11
IV.2.1 Materiales y equipo 11
IV.2.2 Rescate durante el desmonte y despalme 11
IV.2.3 Acciones a realizar para la protección de fauna durante el CUSTF 16
IV.2.4 Medidas complementarias 18
IV.2.5 Localización del sitio de reubicación 18
V . Cronograma de Actividades 22
VI . Evaluación del rescate y reubicación 23
VI.1 INFORMES Y AVANCES DE RESULTADOS 24
VII . Referencias Bibliográficas 24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies de fauna registradas en el muestreo para el SA (trabajos de campo). 3
Tabla 2. Listado de especies de fauna registradas en el muestreo para el AP (trabajos de campo). 5
Tabla 3. Listado de especies de fauna del AP dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 6
Tabla 4. Listado de especies de fauna del AP endémicas del territorio mexicano....6
Tabla 5. Listado de especies de fauna del AP de lento desplazamiento....6
Tabla 6. Abudnancia de especies de fauna del AP (trabajo de campo). 7
Tabla 7. Época del año, hora del día, condición ambiental y método de captura para los distintos grupos 16
Tabla 8. Coordenadas del sitio de reubicación de la fauna 19
Tabla 9. Tipo de liberación por grupo taxonómico. 21
Tabla 10. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados. 22
Tabla 11. Cronograma de actividades en cada rescate 22
Tabla 12. Formato de registro de rescate de ejemplares de fauna. 23
Tabla 13. Formato de registro de reubicación de ejemplares de fauna. 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrategias de rescate....9
Figura 2. Ejemplo de caja de almacén y resguardo temporal de la fauna. 12
Figura 3. Gancho de captura 13
Figura 4. Gancho para serpientes grandes 14
Figura 5. Gancho para manejo de mamíferos 15
Figura 6. Trampa en la captura de mamíferos. 15
Figura 7. Sitio Señalamientos y letreros que fomenten el cuidado de la fauna 18
Figura 8. Sitio de reubicación de fauna. 19

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, para los proyectos que de alguna manera impactan la flora y fauna del sitio donde se van a establecer, resulta indispensable que como requerimiento ambiental de las autoridades pertinentes, sean establecidas medidas de mitigación y/o compensación con relación al grado de afectación que generará el proyecto. Una de dichas medidas encaminadas a reducir la afectación a la fauna silvestre, es la implementación de un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna (PARRF) promovente hacia la conservación de los recursos naturales del sitio y que contribuyan a la protección de la biodiversidad existente.

Las actividades generadas por el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF) y la misma actividad de urbanización inmobiliaria, para el desarrollo del proyecto "Fraccionamiento Bahía Escondida", implica la perdida de hábitat de fauna silvestre de la zona del proyecto, lo que sin duda alguna provoca la migración de algunas especies hacia áreas que cumplan con los requerimientos para su desarrollo y supervivencia.

El área donde se realizará el rescate de fauna se ubica dentro de los terrenos con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, mismas que de alguna manera han sufrido algún impacto por actividades de ganadería, plagas forestales, presencias humanas o simplemente fenómenos naturales. Por lo que al iniciar las actividades del proyecto muchas de las especies de fauna emigraron por sí solas hacia sitios colindantes, el rescate se consolidara en aquellas de lento desplazamiento y de aquellas que se encuentran en estatus dentro de la NOM-050-SEMARNAT-2010.

Por lo anterior se ha elaborado el siguiente PARRF a ejecutarse en el presente proyecto inmobiliario se contemplan las especies susceptibles de sufrir mayor impacto dentro del sitio del proyecto, principalmente para aquellas especies de lento desplazamiento; aunada a esto se prestará mayor atención a las especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de este programa se consideran los sitios en donde será reubicada la fauna, lo cual nos garantice un mayor porcentaje en el éxito de supervivencia.

Este programa surge como una medida de mitigación a los impactos ambientales que se generarán a la fauna como resultado de la ejecución del CUSTF para el "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**".

Los impactos ambientales sobre la fauna que fueron identificados en el Documento Técnico Unificado y que el programa pretende atender son:

- Disminución del hábitat de la fauna de las especies de fauna silvestre.
- Disminución de la abundancia y distribución de especies de fauna silvestre.
- Disminución de la abundancia de especies en estatus de conservación de la fauna silvestre.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se presentarán principalmente los impactos arriba enlistados como consecuencia del desarrollo de las actividades de desmonte, así como la operación cotidiana del proyecto.

II. OBJETIVOS

II.1 OBJETIVO GENERAL

Reducir el impacto ambiental generado por la ejecución del CUSTF del proyecto "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**" a la fauna silvestre que se encuentra dentro del área de impacto por la urbanización (**0.9749 ha**), en donde **0.9308 ha** corresponden a la superficie de CUSTF; esto mediante el desarrollo y aplicación de técnicas de rescate y ahuyentamiento, previo y durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.

II.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar y marcar las zonas dentro del área del proyecto con mayor presencia de fauna, incluyendo los de hábitos subterráneos, lento desplazamiento y nidos de aves, con la finalidad de intensificar las actividades en dichos sitios.
- Realizar actividades de rescate de fauna silvestre con estatus de conservación, hábitos subterráneos, lento desplazamiento y anidación; esto dentro de los sitios donde se llevará a cabo el desmonte y despalme.
- Translocación de las especies de fauna silvestre a sitios con características similares a las anteriores en sitios más aledaños al proyecto.
- Ahuyentamiento de animales que llegara a presentarse en el predio por medio de las técnicas sonoras que se emitan.
- Mantener personal técnico durante las actividades del desmonte con el fin de realizar la captura y reubicación de las especies de fauna con lento desplazamiento o de nidos presentes en los árboles por derribar.
- Fomentar la permanencia de las especies presentes en el predio mediante acciones de mejoramiento de hábitat en la zona.
- Implementar un programa de señalización para la protección de las especies presentes en los sitios del proyecto, así como de la fauna migratoria que utilice el área.

III. METAS Y ALCANCES

El alcance de las acciones que se plasman en el presente documento será de observancia para todas aquellas áreas que sean modificadas por el proyecto por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Las metas del programa son las siguientes:

- Implementar los métodos y técnicas de rescate y ahuyentamiento descritos en el presente documento, previo a las labores del desmonte, todas las especies de fauna que se encuentren dentro del polígonos de CUSTF, realizando la liberación del área para el inicio de los trabajos de desmonte y construcción.

- Determinar una meta cuantificable en cuanto al número de organismos a rescatar es sumamente difícil, en virtud de la movilidad de la mayoría de las especies, que si bien se tuvo una idea al realizarse el muestreo, no necesariamente se podrán encontrar el mismo número de especies y organismos. De acuerdo a lo anterior, se puede determinar que cuando menos se podrán ahuyentar y/o capturar los siguientes organismos identificados y observados dentro del área de CUSTF, excluyendo las aves, las cuales por su hábito de vuelo es difícil encontrar en el mismo sitio

- El presente programa es en general para toda la fauna que se encuentre dentro del sitio del proyecto, por lo que la propuesta de reubicación y rescate considera la fauna potencial a encontrar durante la ejecución del proyecto, por lo que en las siguientes tablas se presenta los listados de fauna que es posible a encontrar en el sitio del proyecto y/o en sus lugares aledaños, por lo anterior, se presentan las siguientes especies potenciales a observarse en el área del proyecto, que corresponde a lis avistamientos realizados en el Sistema Ambiental.

Tabla 1. Listado de especies de fauna registradas en el muestreo para el SA (trabajos de campo).

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
1	Aves	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	Nativa
2	Aves	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	-	Nativa
3	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	-	Nativa
4	Aves	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	Nativa
5	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	Nativa
6	Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	Nativa
7	Aves	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Gavilan cola corta		Nativa
8	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	-	Nativa
9	Aves	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	-	Nativa
10	Aves	Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero blanco	-	Nativa
11	Aves	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental	A	Nativa
12	Aves	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	-	Nativa
13	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-	Nativa
14	Aves	Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán negro	-	Nativa
15	Aves	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	-	Nativa
16	Aves	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	-	Nativa
17	Aves	Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza cucharón	-	Nativa
18	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	Nativa
19	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	-	Nativa
20	Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	Nativa
21	Aves	Corvidae	*Cyanocorax formosus*	Urraca-hermosa cara blanca	-	Nativa
22	Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	Endémica
23	Aves	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	Nativa
24	Aves	Strigidae	*Glaucidium palmarum*	Tecolote colimense	A	Endémica
25	Aves	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	Nativa
26	Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	Nativa
27	Aves	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	Nativa
28	Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado	-	Nativa
29	Aves	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	-	Nativa
30	Aves	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	-	Nativa
31	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	Nativa
32	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	Nativa

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
33	Aves	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	-	Nativa
34	Aves	Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	Nativa
35	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	-	Nativa
36	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-	Nativa
37	Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-	Nativa
38	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	Nativa
39	Aves	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	Endémica
40	Aves	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	Nativa
41	Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Tortola turca	-	Exótica-Invasora
42	Aves	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-	Nativa
43	Aves	Laridae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr	Nativa
44	Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	Endémica
45	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso	-	Nativa
46	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	Nativa
47	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido	-	Nativa
48	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	Nativa
49	Mamíferos	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	-	Nativa
50	Mamíferos	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-	Nativa
51	Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	Nativa
52	Mamíferos	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón	-	Nativa
53	Mamíferos	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	-	Nativa
54	Mamíferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	-	Nativa
55	Mamíferos	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	-	Endémica
56	Mamíferos	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de cola blanca	-	Nativa
57	Mamíferos	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata arrocera de agua	-	Nativa
58	Mamíferos	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	-	Endémica
59	Mamíferos	Geomyidae	*Pappogeomys bulleri*	Tuza de Jalisco	-	Endémica
60	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	Nativa
61	Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	-	Endémica
62	Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	-	Endémica
63	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	-	Nativa
64	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Lagartija cola azul	Pr	Endémica
65	Reptiles	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	-	Nativa
66	Reptiles	Boidae	*Boa sigma*	Mazacuata	-	Endémica
67	Reptiles	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Víbora de cascabel	Pr	Endémica
68	Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana negra	A	Endémica
69	Reptiles	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	Exótica-Invasora
70	Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	Nativa
71	Reptiles	Iguanidae	*Iguana*	Iguana verde	Pr	Exótica-Invasora
72	Reptiles	Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	-	Nativa
73	Reptiles	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa patas de res	-	Endémica
74	Reptiles	Geoemydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*	Tortuga de monte pintada	A	Nativa
75	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	-	Nativa
76	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	-	Endémica
77	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	-	Endémica
78	Reptiles	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	-	Endémica

Las especies anteriores corresponden a registradas en el SA, a continuación se presentan los registros obtenidos en el área del proyecto:

Tabla 2. Listado de especies de fauna registradas en el muestreo para el AP (trabajos de campo).

No	Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Dist. ecológica
1	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	-	Nativa
2	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	Nativa
3	Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	Nativa
4	Aves	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Gavilan cola corta		Nativa
5	Aves	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	-	Nativa
6	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Buitre americano cabecirrojo	-	Nativa
7	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	Nativa
8	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	-	Nativa
9	Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	Nativa
10	Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	Endémica
11	Aves	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	Nativa
12	Aves	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	Nativa
13	Aves	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	Nativa
14	Aves	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	-	Nativa
15	Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado	-	Nativa
16	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	Nativa
17	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	Nativa
18	Aves	Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	Nativa
19	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canelo	-	Nativa
20	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo común	-	Nativa
21	Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	-	Nativa
22	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	Nativa
23	Aves	Sternidae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr	Nativa
24	Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Tortola turca	-	Exótica-Invasora
25	Aves	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina manglera	-	Nativa
26	Aves	Sternidae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr	Nativa
27	Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	Endémica
28	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	Nativa
29	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	-	Nativa
30	Mamíferos	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	-	Nativa
31	Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	Nativa
32	Mamíferos	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	-	Endémica
33	Mamíferos	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	-	Endémica
34	Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	Nativa
35	Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	-	Endémica
36	Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	-	Endémica
37	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	-	Nativa
38	Reptiles	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	Exótica-Invasora
39	Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	-	Endémica
40	Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	Exótica-Invasora
41	Reptiles	Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	-	Nativa
42	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	-	Nativa
43	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	-	Endémica
44	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	-	Endémica
45	Reptiles	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	-	Endémica

En relación con el listado de especies de fauna identificadas en el área del proyecto (CUSTF), se encontraron 2 especies de aves y 1 reptil que se encuentran dentro de la NOM-050-SEMARNAT-2010 y se mencionan a continuación:

Tabla 3. Listado de especies de fauna del AP dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Sternidae	*Sternula antillarum*	Charrán mínimo	Pr
Aves	Sternidae	*Thalasseus elegans*	Charrán elegante	Pr
Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr

De acuerdo con su distribución ecológica de las especies, se identificaron 10 taxones de carácter endémico para el territorio mexicano, por lo que son de relevancia para su rescate y reubicación, siendo las especies las siguientes:

Tabla 4. Listado de especies de fauna del AP endémicas del territorio mexicano.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Dist. ecológica
Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	Endémica
Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	Endémica
Mamíferos	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	Endémica
Mamíferos	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	Endémica
Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	Endémica
Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	Endémica
Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	Endémica
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	Endémica
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	Endémica
Reptiles	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	Endémica

Resulta indispensable que se dé prioridad a las especies que se encuentran dentro del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en especial aquellas que se consideren de lento desplazamiento con la finalidad de no afectar su estatus; por lo anterior se presenta las especies consideradas de lento desplazamiento que fueron observadas en el sitio del proyecto:

Tabla 5. Listado de especies de fauna del AP de lento desplazamiento.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Desplazamiento
Mamíferos	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo	Lento
Mamíferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	Lento
Mamíferos	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Tesmo	Lento
Mamíferos	Cricetidae	*Osgoodomys banderanus*	Rata	Lento
Mamíferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Lento
Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	Lento
Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis	Lento
Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas	Lento
Reptiles	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	Lento
Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	Lento
Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Lento
Reptiles	Colubridae	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café	Lento
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro	Lento
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Roño cabeza roja	Lento
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Roño de suelo	Lento
Reptiles	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	Lento

Como se mencionó en un inicio en cuanto al número de organismos a rescatar su cuantificación resulta difícil debido a la dinámica faunística, no necesariamente se podrán encontrar el mismo número de especies y organismos, sin embargo, a continuación se presentan los resultados obtenidos con el muestreo realizado en el sitio del proyecto, lo cual nos da una idea del número de individuos y probabilidades de ser rescatados.

Tabla 6. Abundancia de especies de fauna del AP (trabajo de campo).

Especie	Abundancia (Ind)	Abundancia Relativa (AbR)
Aves		
Amazilia rutila	5	2.48%
Ardea alba	6	2.97%
Ardea herodias	2	0.99%
Buteo brachyurus	4	1.98%
Cassiculus melanicterus	8	3.96%
Cathartes aura	12	5.94%
Columbina inca	14	6.93%
Coragyps atratus	10	4.95%
Crotophaga sulcirostris	7	3.47%
Cyanocorax sanblasianus	3	1.49%
Dendrocygna autumnalis	4	1.98%
Himantopus mexicanus	4	1.98%
Hirundo rustica	13	6.44%
Icterus cucullatus	6	2.97%
Icterus pustulatus	6	2.97%
Myiarchus tyrannulus	9	4.46%
Myiozetetes similis	5	2.48%
Peucaea ruficauda	3	1.49%
Piaya cayana	2	0.99%
Pitangus sulphuratus	6	2.97%
Polioptila caerulea	3	1.49%
Quiscalus mexicanus	10	4.95%
Sternula antillarum	3	1.49%
Streptopelia decaocto	18	8.91%
Tachycineta albilinea	13	6.44%
Thalasseus elegans	4	1.98%
Trogon citreolus	3	1.49%
Tyrannus melancholicus	6	2.97%
Zenaida asiatica	13	6.44%
Total	**202**	**100.00%**
Mamíferos		
Dasypus novemcinctus	3	12.00%
Didelphis virginiana	4	16.00%
Notocitellus annulatus	8	32.00%
Osgoodomys banderanus	5	20.00%
Procyon lotor	3	12.00%
Sciurus colliaei	2	8.00%
Total	**25**	**100.00%**
Reptiles		
Anolis nebulosus	8	14.29%
Aspidoscelis deppii	9	16.07%
Hemidactylus frenatus	4	7.14%
Holcosus undulatus	3	5.36%
Iguana iguana	6	10.71%

Especie	Abundancia (Ind)	Abundancia Relativa (AbR)
Oxybelis microphthalmus	3	5.36%
Sceloporus melanorhinus	10	17.86%
Sceloporus pyrocephalus	5	8.93%
Sceloporus utiformis	5	8.93%
Urosaurus bicarinatus	3	5.36%
Total	**56**	**100.00%**

IV. METODOLOGÍA

Deberán realizar acciones para el ahuyentamiento y rescate de las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento y protegidas, principalmente de aquellas incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar, que este proceso de protección faunística deberá efectuarse antes de iniciar las actividades que pretendan la remoción de la cubierta vegetal para la realización de las diferentes obras del proyecto, así mismo durante la ejecución del desmonte, así mismo, se ponen llevaran a cabo las siguientes premisas:

a) Se pretende recuperar y proteger la mayor cantidad de ejemplares presentes en el área del proyecto.
b) Se evitarán jornadas de trabajo durante la noche para evitar entorpecer algunos ciclos y/o hábitos de algunas especies.
c) Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta la Ley general de Vida Silvestre.
d) El presente programa de rescate de fauna silvestre será desarrollado y operado por una empresa especializada para tal fin.
e) Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.
f) Realizar acciones concretas de acuerdo con la especie, las características de percheo y anidación que éstas presenten, además de considerar la eventual colecta de nidos y madrigueras. En caso de que, en recorridos previos, se visualicen zonas de percha o de anidación en árboles o arbustos, se procederá a la reubicación de los nidos o madrigueras a otros árboles con condiciones similares de altura, diámetro y copa.
g) Se contará con un especialista capacitado para capturar especies de lento desplazamiento durante las labores de desmonte para su posterior liberación de este tipo de individuos en sitios alejados del proyecto en condiciones ambientales similares.
h) Se recomienda no establecer campamentos para que pernocte el personal, ya que la mayoría de los animales en riesgo y muchos de los que aún no tienen problemas de este tipo, son de hábitos nocturnos, por lo que atraídos por la comida o cualquier otra situación, pudieran atacar al personal.

No todos los animales silvestres son sujetos de rescate; especies presentes de fauna muy móvil (como los felinos) se alejan (huyen) del área del proyecto hacia zonas cercanas de hábitats similares, tan pronto perciben la presencia humana. Capturar estos animales es una labor difícil y prolongada, que además somete al individuo a un alto nivel de estrés, con el riesgo cierto de muerte o lesiones.

La susceptibilidad de llevar a cabo o no el rescate de la fauna está en función de su movilidad o capacidad de desplazamiento. Existen especies de limitado desplazamiento que no tienen la capacidad de alejarse ante el desarrollo de las distintas actividades del proyecto, en cambio otras especies tienen una respuesta más rápida para moverse y alejarse. De acuerdo a lo anterior y para fines del presente programa se considera que los organismos de baja movilidad son los más susceptibles de rescate en el sentido de que se trata de aplicar técnicas de captura directa para posteriormente liberar los organismos en ambientes adecuados a sus requerimientos.

La fauna de baja movilidad es un concepto aplicable a los vertebrados terrestres, siendo una característica propia de grupos como anfibios y reptiles, pero también incluye ciertas especies de mamíferos pequeños como los roedores.

En los organismos de especies que tienen una buena capacidad de desplazamiento la aplicación de técnicas de rescate por captura se dificulta, pero en cambio esa misma movilidad permitiría aprovecharla para aplicar técnicas de perturbación controlada como medidas para alejar a la fauna de las zonas de obra para evitar interacciones que puedan lastimarlos o perderlos. La estrategia general del rescate con fines de reubicación de fauna básicamente será la siguiente:

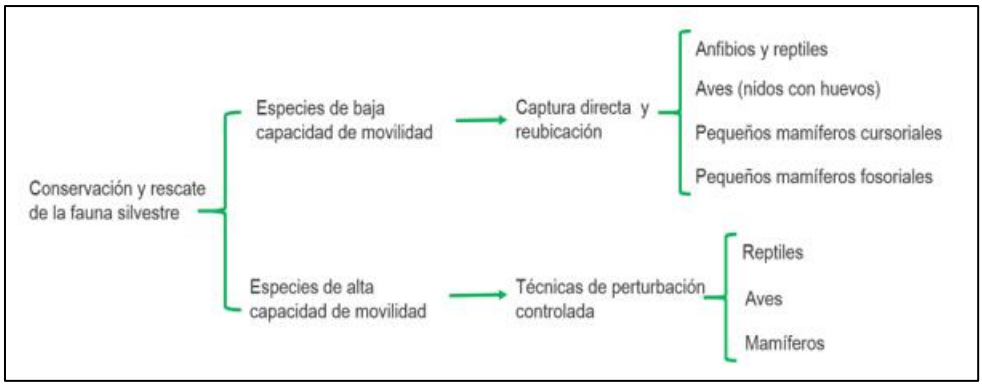


Figura 1. Estrategias de rescate.

Es importante mencionar las excepciones a la aplicación de una u otra técnica conservación y rescate. En el caso de los reptiles, aunque son ectotermos y con un ámbito de hogar reducido y menor capacidad de desplazamiento, las técnicas de perturbación controlada pueden ser aplicables a este grupo. Debido a que la intervención en proyectos lineales se da en franja del hábitat, los organismos tienen la posibilidad de escapar y moverse a los sectores contiguos.

Previo a las actividades de inicio de cualquier obra, en el sitio se realizarán recorridos en grupos para hacer un peinado del sitio donde se revisarán todas las madrigueras para verificar si están desocupadas proceder a su cerrado e inhabilitación, y en caso de tener algún individuo se procederá a su captura, con las técnicas de acuerdo al tipo de especie.

IV.1 AHUYENTAMIENTO

Todos los animales dependen de alimento y abrigo, por lo tanto, el eliminar uno o los dos elementos les obligará a abandonar el área en la cual se encuentran. Este método de control, cuando puede ser utilizado, es el más deseable y generalmente con buenos resultados. En las áreas con mejor cobertura vegetal, de ser posible se

programará la modificación al hábitat en fechas fuera de las épocas de reproducción. En las zonas conservadas, la modificación al hábitat se realizará en un sólo frente, dejando las noches sin actividad y de preferencia moviéndose de las zonas de menor hacia las de mayor densidad de vegetación, permitiendo con ello el desplazamiento de la fauna.

La modificación de hábitat significa cambiar el medio ambiente para hacerlo menos atractivo o inaccesible para la fauna silvestre.

Una vez que se ha realizado correctamente la modificación de hábitat, generalmente no es necesario hacerlo de nueva cuenta. Por otro lado, estos métodos de control son normalmente bien aceptados por el público y abate la necesidad de aplicar técnicas de acoso de fauna silvestre.

Anfibios

Las especies de este grupo se caracterizan por ser de lento desplazamiento por lo que el ahuyentamiento de las mismas no conllevaría al movimiento de grandes grupos de poblaciones, dado que requieren de condiciones y cuerpos de agua para su desarrollo, para lo que este grupo, se pondrá de interés el rescate mediante captura y reubicación. Aun así, las técnicas empleadas en los demás grupos permitirán que un numero de estas especies se desplacen a cierto grado.

Mamíferos

Muchos roedores y pequeños mamíferos pueden ser motivados a abandonar el área en la que están, eliminando conjuntos de arbustos, malezas, pilas de leña y otros residuos, con lo que se logra hacer poco atractivo el lugar para estos animales.

En el caso de mamíferos de talla mediana y grande, lo más recomendable es inducir el abandono de madrigueras, las cuales pueden localizarse por la presencia de huellas y evidenciándose por la presencia de pelos alrededor de la entrada, huellas frescas y restos de presas. Una vez localizada la madriguera, se procede a excavar para ampliar la entrada, teniendo cuidado de no caer o de contraer ectoparásitos, esto con la finalidad de que la abandonen.

Reptiles

La perturbación controlada para reptiles debe considerar el remover y retirar en forma manual rocas, troncos, vegetación y todo aquello que pueda servir como refugio potencial para los individuos, 1-5 días antes del inicio de las actividades del proyecto, para conceder un margen de tiempo de escape y evitar también la recolonización del área intervenida o el regreso de los animales.

Aves

En el área de CUSTF se observará la presencia esporádica de aves incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras no. Las acciones de rescate para este grupo serán mínimas, debido a que se trata de animales muy móviles que pueden alejarse inmediatamente del área de CUSTF. Se prevé que con el desarrollo de las actividades del proyecto en las que se involucra el paso de vehículos, personal y maquinaria, las aves se alejen de las franjas en que se trabajará.

Las actividades de ahuyentamiento para este grupo consisten en alterar las áreas de reposo donde éstas se posan, de manera que resulten menos atractivas. Esto puede lograrse podando los árboles presentes en la zona del proyecto, para finalmente despejar toda el área de vegetación que sea utilizada por las aves.

IV.2 CAPTURA Y REUBICACIÓN

IV.2.1 MATERIALES Y EQUIPO

La revisión preliminar del terreno y de las especies presentes nos permitirá identificar aquellas técnicas que sean acordes a la topografía del sitio para asegurar una exitosa captura y manejo posterior de los individuos. Entre los materiales de uso común para la detección, captura y manejo de fauna se encuentran los siguientes:

- Binoculares
- Redes de niebla
- Guantes de cuero
- Lámparas cazadoras de kriptón
- Ganchos herpetológicos de aluminio
- Pinzas herpetológicas
- Sacos de tela para contención y transporte de fauna
- Contenedores de plástico de diferentes medidas para transporte
- Cuerdas de diferentes medidas
- Lazos
- Jaulas de malla de varias medidas
- Trampas Sherman para mamíferos pequeños
- Jamos o redes de captura de pequeños mamíferos
- Sogas de diferentes diámetros
- Cubetas
- Cerbatana o rifle de dardos tranquilizantes

IV.2.2 RESCATE DURANTE EL DESMONTE Y DESPALME

Durante la etapa de preparación del sitio se realizará una supervisión con el objeto de verificar que el desmonte y despalme se realicen de manera paulatina, permitiendo así el desplazamiento de la fauna silvestre a sitios adyacentes.

Una vez que se ha realizado la modificación de hábitat, generalmente es difícil que la fauna regrese, por lo que no habrá necesidad de estar monitoreando la zona. Muchos roedores y pequeños mamíferos pueden ser motivados a abandonar el área en la que están, eliminando conjuntos de arbustos, malezas, pilas de leña y otros residuos, con lo que se logra hacer poco atractivo el lugar para estos animales.

En el caso de mamíferos de talla mediana y grande, lo más recomendable es inducir el abandono de madrigueras, las cuales pueden localizarse por la presencia de huellas y evidenciándose por la presencia de pelos alrededor de

la entrada, huellas frescas y restos de presas. Una vez localizada la madriguera, se procede a excavar para ampliar la entrada, teniendo cuidado de no caer o de contraer ectoparásitos, esto con la finalidad de que la abandonen.

Al detectar la presencia de algún organismo de la fauna silvestre durante el desmonte, el técnico supervisor dará indicaciones para que se le permita alejar a otro sitio, sin poner en riesgo su vida o la del organismo o en su caso capturarlo y liberarlo de acuerdo a las técnicas descritas en el punto anterior.

Durante el desmonte y despalme, los trabajadores tendrán información de las especies venenosas o potencialmente peligrosas que habitan en la región, con el objeto de que se alejen de ellas si ocasionalmente llegarán a toparse con algún individuo de estas especies (ejemplo serpiente de cascabel). La información también permitirá al trabajador identificar aquellas especies inofensivas (ejemplo, las lagartijas), lo cual facilitará que se acostumbre a convivir con ellas y a trabajar en su presencia.

Previo a las actividades de desmonte, se realizarán recorridos que funcionarán de ahuyentamiento, sin embargo durante los recorridos existe la posibilidad de encontrar especies de lento desplazamiento, o bien que se encuentren imposibilitadas de moverse por sus propios medios del sitio de proyecto, por tratarse de crías en madrigueras, nidos o ejemplares heridos, por lo que se deberán implementar acciones dependiendo el tipo de animal, y que se describen a continuación.

Anfibios

Para la captura de estos organismos se utilizarán diferentes tipos de herramientas como pinzas y ganchos herpetológicos, ligas de hule, red tipo entomológica o de cuchara o directamente con la mano.

Se podrán capturar con ambas manos, con la protección de guantes de carnaza, por la parte ventral y dorsal del cuerpo, ya sujeto el animal se depositará en recipientes plásticos con tapa (botes con perforaciones pequeñas para permitir el paso del aire o cubetas), para su posterior traslado a zonas adyacentes al sitio del proyecto.

Todos los anfibios se registrarán en una libreta de campo asignándoles un número de referencia (etiqueta), así como la fecha, localidad, altura sobre el nivel del mar (GPS), vegetación dominante y tipo de sustrato del micro hábitat donde fueron capturados; todo ello con la finalidad de obtener referencias suficientes del sitio propicio para su posterior liberación.



Figura 2. **Ejemplo de caja de almacén y resguardo temporal de la fauna.**

Reptiles

Se podrán capturar con la ayuda de togas y de guantes de carnaza, atrapándolos por la parte dorsal del cuerpo y nunca por la cola, ya que esta es desprendible, para su posterior traslado a zonas adyacentes al sitio del proyecto.

Se utilizarán dos diferentes tipos de ganchos, para su manejo y protección, dependiendo del tamaño de la especie como se muestra en las ilustraciones.

Todos los reptiles capturados se colocarán de igual manera en recipientes o cajas de plástico previamente acondicionadas para esto; se registrarán en una libreta de campo asignándoles un número de referencia, así como la fecha, localidad, altura sobre el nivel del mar, vegetación dominante y tipo de sustrato del micro hábitat donde fueron capturados; todo ello con la finalidad de obtener referencias suficientes del sitio propicio para su posterior liberación.



Figura 3. **Gancho de captura**

Reptiles

Debido a que el avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, se realizará la búsqueda de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, para ello se realizarán las búsquedas iniciando la mañana de las 07:00 a las 09:00 horas que es el periodo en el que se facilita la captura ya que el metabolismo de los animales es bajo, posteriormente se realizará búsqueda intensiva con la finalidad de ubicar los sitios por donde se mueven los individuos y tener la referencia de los mejores sitios donde colocar trampas para su captura.

En el caso de este grupo de fauna, para su manipulación se emplearán ganchos herpetológicos, como se muestra en la figura siguiente, con los cuales se inmoviliza a los organismos, para que inmediatamente después se sujeten, el organismo se colocará en un costal de manta gruesa.



Ilustración 1. Gancho para manipular serpientes

Una vez capturada la fauna, será colocada en una caja de madera o plástico, con paredes de malla fina, el ejemplar se dejará caer dentro de la caja, mientras otra persona cerrará con cuidado la puerta de esta y trasladar el organismo al sitio de reubicación elegido



Figura 4. Gancho para serpientes grandes

Una vez capturada la serpiente, será colocada en una caja de plástico y/o madera con paredes de malla fina (de 100cm X 60cm X 50 cm), el ejemplar se dejará caer dentro de la caja, mientras otra persona cerrará con cuidado la puerta de esta y trasladar el organismo al sitio de reubicación elegido.

Mamíferos

Para su correcto manejo, los mamíferos se clasificarán en grandes, medianos y pequeños. Generalmente resulta complicado encontrase con mamíferos de tamaño mayor, por esto para su reconocimiento se empleará la siguiente técnica: la observación, búsqueda e identificación de huellas y otros rastros, y las posibles observaciones directas a través de recorridos por transectos predeterminados. Por lo general este tipo de fauna mayor se aleja conforme avanza la obra, debido al ruido y a la actividad humana.

Para el caso de mamíferos medianos se utiliza la siguiente técnica:

- Utilización de redes de hilo nylon de 4 m de diámetro, con abertura de malla de 2". Estas se utilizarán para inmovilizar a los ejemplares de tamaño pequeño (como ardillas), cerrando la red y sujetándolo enseguida con ayuda de guantes de carnaza. Los ejemplares serán puestos en jaulas, para su traslado a sitios adyacentes.
- Utilización de ganchos, para el manejo de mamíferos medianos (zorrillo, tejón). Este instrumento es el más utilizado para el manejo de animales medianos, debido a su facilidad en la manipulación de los ejemplares sin riesgo del personal, como se muestra en las siguientes ilustraciones.



Figura 5. **Gancho para manejo de mamíferos**

Los mamíferos pequeños también pueden ser atrapados mediante trampas, sin embargo, el objetivo del programa no es sólo la captura, sino el ahuyentamiento, por lo que los mamíferos que normalmente se capturan con trampas son los que tienen la capacidad de huir con la presencia humana.



Figura 6. **Trampa en la captura de mamíferos.**

Aves

Las aves que se encuentran en la región son transitorias, temporales o permanentes. Únicamente se verificará la presencia de nidos ocupados por especies de aves con categoría de riesgo. La identificación de las especies

que ocupan el nido puede realizarse a través de los caracteres del huevo, pero también puede inferirse por la presencia de los adultos en los nidos.

Para el rescate de la ornitofauna (aves), en caso de encontrarse nidos con huevos serán identificados los árboles con nidos activos y se procederá a su reubicación.

Captura directa con fines de reubicación

Los métodos de captura para anfibios, reptiles y mamíferos pequeños (roedores y quirópteros) difieren entre los tres grupos y entre especies, especialmente en el caso de aquellos mamíferos pequeños que poseen hábitos fosoriales y cursoriales. En el contexto de las medidas de rescate y relocalización se recomiendan los métodos menos invasivos para la fauna, rápidos y de menor costo de implementación, además de indicar la época del año, horas del día y condiciones ambientales propicias para aumentar la probabilidad de captura en cada uno de los grupos.

La medida de rescate y relocalización idealmente debiera ejecutarse fuera del período reproductivo, esto con el objetivo de no intervenir el proceso de reproducción de las especies, a través de la captura de individuos. Sin embargo, debido a que existe un desconocimiento generalizado sobre la historia natural de la mayoría de las especies de anfibios, reptiles y micromamíferos (Ramírez- Bautista et al. 2014; Ceballos y Oliva 2005), se hace difícil determinar un periodo reproductivo donde se impida ejecutar esta medida.

Por otra parte, algunos períodos pueden coincidir con las épocas del año más propicias para la captura de individuos, especialmente en anfibios y reptiles. De manera genérica, los horarios de captura recomendados para los grupos faunísticos focales se mencionan en la siguiente

Tabla 7. Época del año, hora del día, condición ambiental y método de captura para los distintos grupos

Grupo	Época del año	Hora del día y condición ambiental	Método de captura
Anfibios (adultos)	Preferentemente primavera - verano	Durante el día y la noche sin precipitaciones	• Inventarios de Encuentro Visual (REV) • Captura manual • Redes de mano
Anfibios (larvas)	Preferentemente Primavera – verano	Durante el día y la noche Sin precipitaciones	• Redes de mano • Trampas de embudo
Reptiles	Preferentemente primavera - verano	Durante el día (Soleado y baja humedad Tº > 18ºC)	• Captura con lazo, muestreo activo • Redes de mano • Manual
Micro Mamíferos*	Todo el año	Trampas activas durante la noche sin precipitaciones	Trampas de vivo (Sherman)4 Grillas o líneas

Fuente: Heyer et al. (1994), Bright y Morris (1994).

IV.2.3 ACCIONES A REALIZAR PARA LA PROTECCIÓN DE FAUNA DURANTE EL CUSTF

La ejecución del rescate y ahuyentamiento se plantean dos escenarios:

a) El rescate previo antes de las acciones de desmonte, y

b) La supervisión y posible rescate de ejemplares durante las acciones de desmonte y construcción del sitio.

En el primer caso, el rescate se debe ejecutar al menos 5 días antes del inicio de las actividades principales de desmonte, con las técnicas descritas en el apartado anterior.

El rescate posterior y supervisión durante las fases de desmonte involucran la coordinación con los responsables de obra para que durante la operación de la maquinaria en caso de aquellos animales de lento desplazamiento se den las facilidades al equipo de rescate para su captura y posterior reubicación en los sitios aledaños que no serán afectados.

Cuando el espécimen rescatado no pueda ser trasladado a un sitio adecuado para su supervivencia, deberá ser puesto a la disposición de las autoridades competentes para que estas decidan el sitio donde deberá enviarse, mismo que deberá asegurar su supervivencia, por ejemplo: sitios de conservación cercanos.

La captura de organismos deberá ser aplicada con todas las medidas de seguridad indispensables a fin de evitar posibles accidentes durante el proceso de rescate y manejo del individuo rescatado. Para ello, deberá contarse con el equipo adecuado, de acuerdo a la especie. Así mismo, las labores de rescate y manejo de fauna silvestre estarán coordinados por un especialista en fauna silvestre.

Para proteger a las especies de fauna presentes en el área destinada, es importante instrumentar una campaña de información a los trabajadores, indicando por medios gráficos y pláticas las acciones a seguir para resguardar a la fauna y no provocar daño alguno, así como para salvaguardar la integridad física del personal.

También se deberán colocar letreros alusivos a no molestar a la fauna silvestre y de límites de velocidad para los vehículos que transiten por el predio. Se recomienda que la velocidad máxima para transitar sea de 10 km/h. Con esto se evitará el exceso de ruido en el predio, así como el posible atropellamiento de algún ejemplar de las especies de lento desplazamiento.

Para llevar a cabo un programa de manejo integral de fauna en busca de su conservación, es necesario incluir a todos los actores involucrados con el contacto con los animales, es por ello que dar información de la importancia de conservar y cómo hacerlo es una tarea importante.

Será necesario informar a todos los trabajadores e integrantes de las comunidades aledañas qué hacer en caso de encontrar algún animal durante su paso o jornada laboral. Principalmente, las pláticas o talleres estarán enfocadas a mantener distancia con los animales a fin de no molestarlos y por otro lado evitar un posible accidente para las personas.



Figura 7. **Sitio Señalamientos y letreros que fomenten el cuidado de la fauna**

Es importante tomar en cuenta que cada una de las etapas del proyecto generarán diferentes impactos sobre la fauna en cantidad y magnitud de los mismos, por ello es preciso atender de manera puntual cada una de las etapas. En este sentido, las charlas y recomendaciones a los trabajadores estarán encaminadas a reportar el incidente para el posterior rescate del organismo y enfatizar en el cuidado de lastimar o matar alguno durante las etapas del proyecto. Mientras que los habitantes de la zona serán instruidos por medio de pláticas y talleres acerca de la importancia de la conservación y las precauciones que deberán tener en caso de estar en presencia de algún animal, principalmente guardando la distancia limitándose a observar y fotografiar de ser el caso, sin flash.

IV.2.4 MEDIDAS COMPLEMENTARIAS

Como el proyecto considera áreas de vegetación forestal correspondiente a selva baja caducifolia, es necesario evitar que cualquier especie pueda ser capturada por trabajadores y personas ajenas al proyecto. Es por ello que se recomienda programar una plática de concientización con las personas que vayan a colaborar en la ejecución de este. Por lo tanto, como medidas complementarias se propone:

- Prohibir el uso de fuego en las áreas adyacentes a la zona de explotación y apertura de camino de acceso.
- Evitar el trabajo nocturno que pueda afectar especies de este hábito.
- Evitar la presencia de animales domésticos como gatos y perros durante el aprovechamiento.
- Concientización a los trabajadores

IV.2.5 LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE REUBICACIÓN

La selección del sitio propuesto para la reubicación de la fauna silvestre que será capturada de manera previa a las actividades de desmonte se realizó con base en criterios de proximidad, continuidad de hábitat y similitud ambiental. Dicho sitio se localiza a una distancia aproximada de 1.8 km en línea recta a partir del límite del área del proyecto y corresponde a un polígono que presenta condiciones ecológicas compatibles con las del sitio de origen, lo que favorece la adaptación y supervivencia de los ejemplares reubicados.

El polígono seleccionado cuenta con cobertura vegetal y estructura de hábitat semejantes, se encuentra fuera del área de influencia directa del proyecto y no presenta presiones antrópicas significativas, por lo que constituye un sitio adecuado para la liberación controlada de la fauna capturada. A continuación, se presentan las coordenadas geográficas que delimitan el área de reubicación propuesta.

Tabla 8. Coordenadas del sitio de reubicación de la fauna .

Vértice	X	Y
1	566521.72	2114545.51
2	566477.27	2114332.78
3	565891.48	2114397.87
4	565975.62	2114677.27
5	566216.92	2114774.11
6	566455.05	2114702.67

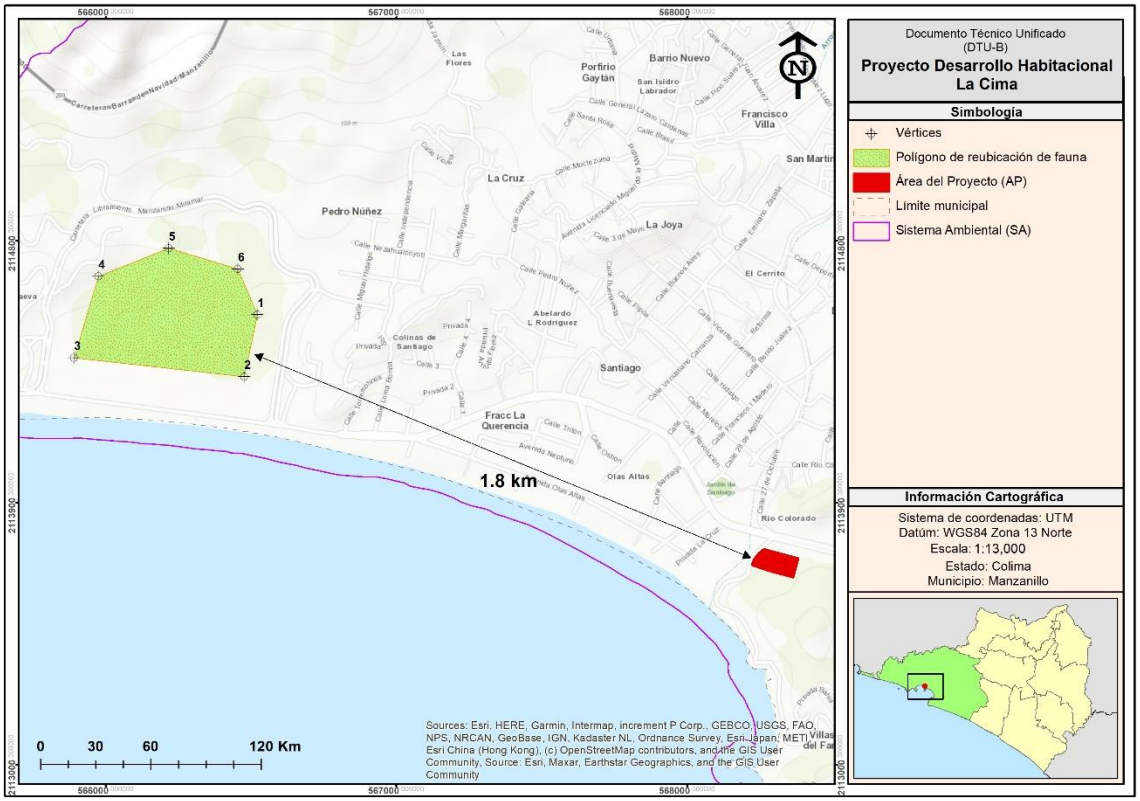


Figura 8. Sitio de reubicación de fauna.

Las características medioambientales de este polígono, como se mencionó anteriormente son las mismas al predio de CUSTF ya que por la cercanía no varían, conformándose en la zona de mayor conservación del mismo con lo cual se encuentra con mayor capacidad de carga el ecosistema, de igual manera su ubicación es a comienzo de un gran sistema montañoso muy conservado.

Los sitios donde se pretende reubicar a las especies de fauna silvestre, especialmente aquellas en estatus de conservación listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como especies de lento desplazamiento o poca agilidad; se deben localizar adyacentes al predio, bajo los siguientes criterios:

a) En general se plantea que la reubicación de los individuos rescatados se realice en zonas similares adyacentes a proyecto.

b) Para seleccionar los sitios de liberación, es preciso considerar, que el estado de la vegetación sea similar al hábitat donde fueron capturados los individuos.
c) Que los sitios se hallen a altitudes equivalentes.
d) Utilizar los datos de campo de los sitios donde se capturo la fauna de tal forma que se cuente con elementos del tipo de vegetación, sustrato, pendiente, microclima y hábitos para poderlos liberar.
e) Seleccionar sitios que queden fuera del área de cambio de uso de suelo, previniendo que estos se regresen a sus sitios de origen.
f) Realizar un recorrido de campo por los posibles sitios similares para la reubicación de la fauna capturada.
g) Por último, los sitios no deben encontrarse muy lejos al lugar de su captura, con la intención de evitar largos periodos de confinamiento y una disminución de estrés en el ejemplar.

La elección adecuada del área de liberación o hábitat receptor es fundamental para el éxito de la medida de rescate y relocalización, ya que las características del sitio específico de liberación determinarán la capacidad de los individuos de asentarse. Las liberaciones realizadas en el centro del rango de distribución de una especie son más exitosas que las realizadas en la periferia o fuera del rango de distribución natural de una especie (Bustamante et al. 2009; Massei et al. 2010).

El ambiente seleccionado para la liberación debe ser similar al ambiente de origen de los individuos capturados, ya que se ha reportado que los individuos relocalizados pueden sufrir desnutrición, deshidratación e inmunodepresión y sobreviven mejor cuando están en un ambiente con recursos (refugio, alimento) con los que están familiarizados (Massei et al. 2010). Previo a la ejecución del rescate, es necesario definir un área de reubicación que sea apropiada para cada grupo taxonómico de interés y que al menos cumpla con los requerimientos de hábitat básicos de las especies que han originado la medida además de conocer el ámbito hogareño mínimo para determinar el área requerida para la relocalización. Lo anterior requiere necesariamente por parte del especialista que ejecutará la medida, un sólido conocimiento sobre la historia natural de cada una de las especies focales, de modo que pueda identificar sus necesidades críticas y en función de ellas, evaluar las opciones que exhiben las eventuales áreas de relocalización para solventarlas. De acuerdo a Bustamante et al. (2009), la caracterización del hábitat natural de las especies a ser relocalizadas debiera considerar la descripción de al menos, los siguientes atributos ambientales:

a) Cobertura de la vegetación
b) Estructura de la vegetación
c) Fisionomía de la vegetación
d) Exposición y altura geográfica
e) Tipo de sustrato
f) Distancia a cursos de agua (en casos que se justifique)
g) Humedad del ambiente (para anfibios)
h) Distancia a construcciones, proyectos o actividades antrópicas para identificar factores de amenaza (ej: caminos, rutas, autopistas, extracción de tierra, asentamientos humanos etc.)

Si bien los parámetros expuestos son adecuados para una aproximación genérica a nivel de paisaje, en algunos casos pueden resultar insuficientes, siendo necesaria una evaluación pormenorizada y a nivel de microhábitat de los distintos taxa. En la tabla 2 se enlistan los requerimientos de información para la reubicación exitosa de cada grupo de vertebrados focales en las acciones de rescate de fauna.

Tabla 1. Tipo de información requerida para la liberación de ejemplares traslocados o reubicados.

Grupo	Requerimientos de información
Anfibios	• Riqueza y abundancia de especies • Disponibilidad de recursos (refugio y alimento).
Reptiles	• Riqueza y abundancia de especies • Disponibilidad de refugios • Homogeneidad comunitaria con respecto al hábitat de origen.
Micromamíferos	• Riqueza y abundancia de especies • Disponibilidad de refugios

Fuente: Heyer et al. (1994); Bright y Morris (1994).

Durante la aplicación del presente programa y con la finalidad de asegurar el éxito en la relocalización de la fauna de vertebrados, se requiere una adecuada preparación y capacitación de los profesionales involucrados en las labores de rescate de fauna, una planificación de todas las etapas, el reporte de resultados y el uso de indicadores (Germano & Bishop 2009).

A continuación, se emite una serie de recomendaciones en relación con la liberación de animales relocalizados:

a) Liberar pocos individuos en cada lugar (logra un espaciamiento adecuado de los organismos y evita las agresiones entre individuos de la misma especie) para no superar la capacidad de carga del sitio.
b) Liberar individuos adultos separados de neonatos y juveniles. • Liberar una proporción de machos y hembras acorde con la estructura de la especie (territorial, polígama, etc.).
c) No liberar depredadores cerca de presas (ej. liberar culebras e iguanas lejos de otras lagartijas, liberar yacas lejos de lagartijas y roedores juveniles).
d) Evaluar la condición sanitaria de los individuos
e) Registrar marcas o cicatrices de los especímenes para favorecer su posterior identificación.

No realizar la relocalización:

- Si el animal presenta problemas evidentes de salud o está muy estresado (ej. Grandes concentraciones de ácaros o parásitos).

Para la liberación, existen dos estrategias, rápida (*hard release*) y lenta o suave (*soft release*). En la liberación rápida los animales se liberan inmediatamente desde la caja o bolsa de traslado a su nuevo ambiente, tratando que encuentren refugio rápidamente.

A continuación, en la tabla siguiente se proporcionan especificaciones para la liberación de la fauna de vertebrados de baja movilidad.

Tabla 9. Tipo de liberación por grupo taxonómico.

Grupo	Tipo de liberación	Horas del día recomendadas
Anfibios (adultos)	Rápida	Durante el día y noche
Anfibios (Renacuajos)	Rápida	Durante el día
Reptiles	Rápida	Durante el día (soleado)
Micromamíferos	Lenta en especies sensibles.	Durante el día

Grupo	Tipo de liberación	Horas del día recomendadas
	Rápida en otras especies	

Fuente: Heyer et al. (1994); Bright y Morris (1994).

Traslado

En el traslado de la fauna capturada es importante considerar las condiciones físicas empleadas para la retención de los individuos de los distintos grupos y el tiempo transcurrido desde la captura hasta la liberación de los ejemplares.

Tabla 10. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados.

Grupo	Número de especialistas	Tasa área cubierta
Anfibios	Recipientes plásticos con agua (o humedad) y aire	Máximo 2 horas
Reptiles	Recipiente plástico con aire o bolsas de manta, una por ejemplar	Máximo 10 horas
Mamíferos pequeños	En la misma trampa de captura o en jaulas, con alimento (agua/fruta durante mantención)	Antes del atardecer

Fuente: Bustamante et al. (2009).

V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las etapas del PARRF, así como el traslado de reptiles y mamíferos que así lo requieran, se ejecutara mediante una brigada de una empresa especializada bajo la supervisión del encargado del proyecto y un coordinador ambiental.

Se recomienda que la brigada este conformada por cinco elementos, un jefe de brigada (Biólogo), dos técnicos de campo y dos auxiliares.

El jefe de brigada será el encargado de revisar las acciones que se realicen, además de que será quien maneje el equipo, los individuos de cada una de las especies sujetas a rescate y su reubicación; lo anterior mediante el establecimiento de un plan de manejo de acción en el que se asegure evitar pérdidas por daños o mal manejo de las especies.

En la siguiente tabla se presentan las actividades del rescate de fauna, esta actividad debe ejecutarse conforme al avance del CUSTF, por lo que dependerá de esta actividad, ejecutando el programa varias veces al año, por lo que cada vez que se pretenda ejecutar el desmonte previamente se debe ejecutar el programa.

Tabla 11. Cronograma de actividades en cada rescate

Actividad	Durante el desmonte							
	Meses							
	1	2	3	4	3	4	5	6…12
Elaboración del programa y validación por la SEMARNAT								
Compra de equipo y material								
Capacitación del personal								
Implementación de las técnicas de captura								
Identificación y selección de sitios de reubicación								

Actividad	Durante el desmonte							
	Meses							
	1	2	3	4	3	4	5	6…12
Ahuyentamiento de fauna								
Captura y Reubicación de fauna								
Rescate durante el desmonte*								
Entrega de informes								

Se considera el mes uno como inicio de las actividades toda vez que se haya obtenido todas las autorizaciones para ejecutar el programa de CUSTF, por lo que no se establecen las fechas debido a que no se tiene certeza del tiempo necesario para las autorizaciones.

VI. EVALUACIÓN DEL RESCATE Y REUBICACIÓN

Para tener la certeza de que el rescate fue exitoso y se tienen bueno resultados se debe de tener por lo menos la siguiente información probatoria:

- Número de especies rescatadas.
- Número de ejemplares rescatados (por especie).
- Proporción de ejemplares capturados en relación con el total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total a intervenir por el CUSTF.
- Número de capturas en los días sucesivos: para rescate de varios días consecutivos, en los que se determina el número acumulado de capturas, de modo de estimar el nivel de saturación de capturas.
- Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo: para rescates de más de un período de captura.
- Número de especies y de ejemplares enlistados en la NOM 059 rescatados.

Los registros e informes se harán acompañar de las evidencias documentales necesarias que muestren las actividades ejecutadas.

Tabla 12. Formato de registro de rescate de ejemplares de fauna.

Fecha de rescate	Ubicación (área de rescate)		Especie		Numero individuos	Técnica de rescate
	Coordenadas		Nombre científico	Nombre común		
	X	Y				

Nombre y Firma del Técnico Responsable: _____

Tabla 13. Formato de registro de reubicación de ejemplares de fauna.

N°	Especie		Área de reubicación		Características del sitio de reubicación
	Nombre científico	Nombre común	Coordenadas		
			X	Y	

Nombre y Firma del Técnico Responsable: _____

VI.1 INFORMES Y AVANCES DE RESULTADOS

Se llevarán registros diarios durante la etapa previa al desmonte y concentrados en informes trimestrales con los resultados obtenidos, así como la integración de los reportes periódicos que fije la autoridad.

Los registros e informes se harán acompañar de las evidencias documentales necesarias que muestren las actividades ejecutadas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bright, P. W. & P. A. Morris. 1994. Animal translocation for conservation: Performance of Dormice in relation to release methods, origin and season. Journal of Applied Ecology 31: 699-708.
- Bustamante, J. 1998. Use of simulation models to plan species reintroductions: the case of the bearded vulture in southern Spain. Animal Conservation 1: 229-238.
- Ceballos, G. & G. Oliva (Coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- CONABIO, (2010). Datos obtenidos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), registros comprendidos entre los años de 1892 y 1999 (registros no continuos). México.
- Eleutério, A.A. y D. Pérez-Salicrup. 2009. Transplanting tree ferns to promote their conservation in Mexico. American Fern Journal. 99(4):279-291.
- Germano, J. & Bishop, P. 2008. Suitability of amphibians and reptiles for translocation. Conservation Biology 23(1), 7-15.
- Guzmán, S. 2011. Anfibios y reptiles de Veracruz: Guía ilustrada. Consejo Veracruzano de Investigación Ciencia y Desarrollo Tecnológico. México, Veracruz. Pp 231.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, & M.S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: a standard method for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, 364pp.
- Mace, G.M., y Paul H. Harvey. 1983. Energetic constraints on home-range size. American Naturalist. 121: 120-132.
- Massei, G., R. J. Quy, J. Gurney, D. P. Cowan. 2010. Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? Wildlife Research 37: 428-439.

- McNab B K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. American Naturalist 97:133-40.
- Méndez M., C. Correa. 2008. Diversidad de species ANFIBIOS, en: Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos (Santiago –Chile), CONAMA. 640 pp.
- Ochoa-Ochoa, L., U. García-Vázquez, O. Flores-Villela, M. Correa-Cano, L. Canseco-Márquez, (2006). Proyecto DS009: Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México. CONABIO, México.
- Pérez-Higareda, G. y H. Smith. 1991. Ofidiofauna de Veracruz: Análisis taxonómico y zoogeográfico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F. Pp 122.
- Pérez-Paredes, M.G., Sánchez-González, A. y J.D. Tejero-Díez. 2014. Estructura poblacional y características de dos especies de Cyatheaceae del Estado de Hidalgo, México. Botanical Sciences 92(2):259-271.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Islas, D. Lara-Tufiño, I. Mayer-Goyenechea, y J. Castillo-Cerón. 2014. Los anfibios y reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Biológicas. México, Hidalgo. Pp 387.
- Rivera-Fernández, F., Octavio-Aguilar, P., Sánchez-Coello, N.G., Sánchez-Velásquez, L., Vázquez-Torres, S., y L. G. Iglesias-Andreu. 2012. Estructura poblacional y distribución espacial de Ceratozamia mexicana Brongn (Zamiaceae) en un ambiente conservado y en uno perturbado. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15(2): S110-S117.
- SAG. 2012. Guía de evaluación ambiental: Componente Fauna Silvestre, G-PR-GA-03. 22 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. 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. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México, DF.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Ley General de Vida Silvestre con última reforma publicada 06/06/2012. Diario Oficial de la Federación. 3 de julio de 2000. México, D.F.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable con última reforma publicada 26/03/2015. Diario Oficial de la Federación. 25 de febrero de 2003. México, D.F.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).2010. 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. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México, D.F.
- Sullivan, B.K., Nowak, E.M. & Kwiatkowski, M. a., 2014. Problems with mitigation translocation of herpetofauna. Conservation Biology 17:217-224.
- Torres-Mura, J. C. E. Riveros-Riffo y V. Escobar-Gimpel. 2016. Guía Técnica para Implementar Medidas de Rescate/Relocalización y perturbación controlada. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_tecnica_medidas_de_mitigacion.pdf.

- UICN. 2013. Guías para reintroducciones de la UICN. Preparadas por el Grupo Especialista en Reintroducción de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland y Cambridge, 20 pp.
- Wells, K.D. 2007. The Ecology and behavior of amphibians. The University of Chicago Press, Chicago, 1148 p.

“PROYECTO DE DESARROLLO HABITACIONAL LA CIMA”

ANEXO C

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DEL PREDIO DE COMPENSACIÓN ADICIONAL



Preparado para

Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.

CONTENIDO

I Introducción 4
II Objetivos 4
II.1 Objetivo general 4
II.2 Objetivos específicos 5
III. Metas 5
IV. Responsables del Desarrollo 5
V Metodología 6
VI Medidas específicas que se emplearán 11
VI.1.- Reforestación y terrazas individuales 11
VII. Análisis del procesamiento de datos e interpretación de resultados 15
VIII Calendario de comprobación 19
IX.- Indicadores de realización 20
IX.1 Periodicidad 20
IX.2 Indicadores 20
IX.3 Monitoreo 22
IX.4 Método de muestreo 22
IX.5 Vigilancia 23
X Punto de comprobación 23
XI.- Medidas de urgente aplicación 25
XI.6 Medidas de respuesta 25
X.2.- Actividades De Mantenimiento 26
XII.- Bibliografía 29
XIII. ANEXOS 31
IX.1 Formato para levantamiento de indicadores 31

Índice de Tablas

Tabla 1. Número de plantas requeridas 5
Tabla 2. Características de las terrazas individuales..... 5
Tabla 3. Características de calidad de plantas para la reforestación. 8
Tabla 4. Número de plantas por especie para las áreas de compensación..... 13
Tabla 5. Características de las terrazas individuales..... 16
Tabla 6. Tabla Balance de los procesos de erosión 17
Tabla 7. Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año..... 17
Tabla 7. Balance 1 y final, y pérdida acumulada con las terrazas individuales y las zanjas trincheras..... 18
Tabla 9. Comparativo de la disminución de la erosión vs capacidad de las terrazas individuales. 18
Tabla 10. Cálculo de la capacidad de infiltración de las terrazas individuales. 18
Tabla 11. omparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración las terrazas individuales..... 19
Tabla 12. Calendario de las acciones a ejecutar 20
Tabla 13. Cronograma de actividades para el año 3, 4 y 5 20
Tabla 14. Indicadores y estimadores de la reforestación. 21
Tabla 15. Tamaño de muestra en número de plantas de acuerdo al tamaño de la reforestación 23
Tabla 16. Coordenadas de los vértices del polígono de reubicación de especies de flora rescatadas. 24
Tabla 17. Superficie de los polígonos a restaurar..... 25
Tabla 18. Lista de síntomas de deficiencia de nutrientes en las plantas. 27

Índice de Figuras

Figura 1. Responsables de ejecución del programa. 6
Figura 2. Terrazas individuales 10
Figura 3. Estaca y cuerda para el trazo de la terraza. 10
Figura 4. Ejemplificación de las terrazas individuales y establecimiento de planta 11
Figura 5. Sección transversal de las terrazas individuales 15
Figura 6. Sitio circular de muestreo de 100 m2 22
Figura 7. Delimitación de las áreas a ser reforestada. 24
Figura 8. Ejemplo de actividades de deshierbes. 26

I Introducción

Dentro de la legislación ambiental que existe en nuestro país nos menciona que es necesario tener una compensación ambiental de los obras o acciones que afectarán terrenos forestales, que para el presente proyecto que ocasionará la afectación en el componente flora principalmente, y con el objeto de compensar los efectos a ocasionar, convirtiendo un predio que no posee un uso forestal en una superficie en tres veces lo a afectar.

La reforestación es sin duda alguna un proceso largo, en el cual los resultados se observan después de varios años, en un estudio realizado por Arroyo (1995) menciona que en nuestro país las empresas destinan entre el 0.5% y el 1.5% de las ventas anuales al ambiente, mientras que en Europa se invierten entre el 3 y 5%. Es necesario que la reforestación que para nuestro caso aparte de restaurar el sitio del proyecto se pretende resarcir la afectación en otro predio distinto.

Es necesario que para llevar a cabo una planeación integral se cuenten con la formulación y definición del problema, con la finalidad de que se permita tener un análisis y solución al problema que se pudiera suscitar; la integración dependerá de la medida de adquisición y análisis de la información ambiental.

La generación de alternativas se puede evitar la imposición de autoridades ambientales, ya que nos permite tener opciones de diseño que permitan mitigar y compensar las actividades que estamos realizando.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) los programas de reforestación y compensación ambiental tienen como prioridad llevar a cabo acciones que permitan recuperar aquellas áreas que fueron dañadas por cualquier actividad, como el mejor desarrollo de las actividades que permitan tener una conservación directa a través del manejo y protección de los ecosistemas.

En particular para e caso que nos ocupa, el promovente del proyecto **"Desarrollo Habitacional La Cima"** se considera la restauración de un predio de compensación adicional con el cual el promovente se compromete con el objetivo de resarcir el impacto al ambiente se pretende reforestar una superficie de 1.1 ha para reparar las afectaciones en la flora, fauna, agua y suelo aunado a los servicios ecosistémicos que prestan las áreas forestales a ser afectadas por el proyecto.

II Objetivos

II.1 Objetivo general

Restaurar y monitorear 1.1 ha de terrenos que actualmente no son forestales con una degradación o cobertura baja, es decir terrenos que actualmente poseen una cobertura de pastizal inducido y algunos arbustos y árboles aislados, con la finalidad de incrementar la densidad arbórea y de copas en el mediano y largo plazo, este incremento trae consigo la provisión de los servicios ambientales como una medida de contrarrestar los impactos negativos por la afectación del **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** en 0.9308 ha. de terrenos forestales.

II.2 Objetivos específicos

- Llevar a cabo el programa de reforestación en una superficie de 1.1 hectáreas definido por 1 polígono de compensación adicional para resarcir los daños al ecosistema por la remoción de vegetación arbórea del proyecto.
- Incrementar la captación de agua que se verá afectada por la remoción de vegetación arbórea por el proyecto en una superficie 0.9308 ha y con la compensación de una superficie de 1.1 hectáreas dentro del predio de compensación para recuperar el volumen de agua que disminuirá la remoción de vegetación arbórea.
- Disminuir la erosión potencial del predio con la finalidad de compensar el incremento de la erosión que se causará al ejecutar la remoción de vegetación arbórea.
- Llevar a cabo el establecimiento de especies nativas de la región que permitan adquirir la riqueza y abundancia específica del sitio.
- Fomentar la continuidad de los ciclos biológicos naturales para asegurar la permanencia de los bienes y servicios ambientales, mediante la conservación del suelo y por consiguiente favorecer la reforestación a establecer el predio de compensación adicional mediante la plantación de especies nativas y propiciar la interrelación y funcionalidad de los demás factores ambientales asociados al suelo.

III. Metas

Se plantean las siguientes metas

Tabla 1. Número de plantas requeridas

Tipo de vegetación	Superficie (has)	Densidad de plantación	Plantas requeridas	Plantas extras 15%	Total de plantas
Selva baja caducifolia	1.1	1,283	1,411	141	1,552

De acuerdo con las características del predio, se ha determinado una cantidad de 1,411 terrazas/ha, en el predio de compensación adicional, distribuidas de forma irregular en el predio de compensación adicional al ser construidas en un sitio de reforestación con lo que busca mejorar la cobertura forestal a establecer.

Tabla 2. Características de las terrazas individuales.

Polígono	Densidad de terrazas/ha	Área donde se construirá (ha)	Terrazas a construir
Área de compensación adicional	1,283	1.1	1,411

IV. Responsables del Desarrollo

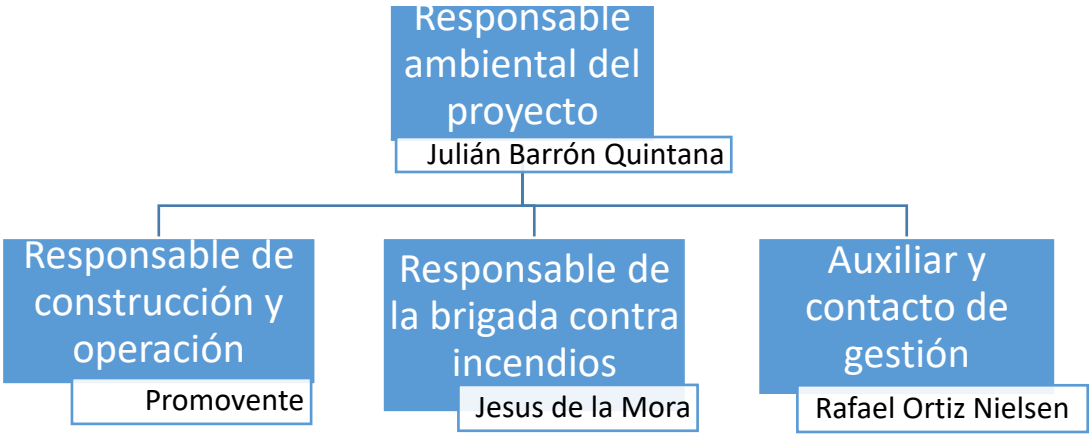


Figura 1. Responsables de ejecución del programa.

V Metodología

Esta medida es de mitigación y consiste en la ejecución de actividades de reforestación para evitar la pérdida de suelo por efectos erosivos, sin embargo, este programa también pretende mitigar la afectación de la biodiversidad por la eliminación de las diversas especies de flora por el desmonte de 0.9308 Ha del proyecto y una compensación de 1.1 ha.

Con la reforestación, teniendo como actividad principal a la plantación con especies nativas de las áreas del predio de compensación adicional, se pretende asistir los procesos naturales para el restablecimiento de la vegetación natural mediante la selección de especies nativas afectadas por el cambio de uso de suelo forestal, para así promover los servicios ambientales que desarrolla la vegetación.

El proceso de reforestación contempla en conjunto el establecimiento de la planta y terrazas individuales como parte de Obras de Conservación de Suelo y Agua en el predio de compensación ambiental, por lo que una vez iniciada las actividades de rescate y reproducción de flora se establecerán en el sitio de manera definitiva en la próxima temporada de lluvias.

Las actividades del proceso de restauración o del establecimiento de vegetación es el siguiente:

Selección de las especies a reforestar.
Para fines de reforestación, las especies más adecuadas son aquellas nativas que tienen las posibilidades de cubrir en el menor tiempo posible las áreas desprovistas de vegetación. Sin embargo, existen elementos adicionales a tener en cuenta para lograr una reforestación exitosa.

De acuerdo con Vázquez-Yañez et al (1999), las especies de plantas empleadas para la reforestación deberían de presentar las siguientes características:

a. De ser fácil propagación
b. Resistir condiciones limitantes como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, extremos de pH, salinidad, entre otros según se trata de las condiciones particulares del área a reforestar.

c. Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como la hojarasca y de preferencia tener una relación alta C/N
d. Tener alguna utilidad como ser especie forrajera, producir leña o néctar, etc.
e. Nula tendencia a adquirir un comportamiento malezoide, invasora o de crecimiento incontrolable.
f. Contar con nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos del suelo.
g. Que tiendan a favorecer el establecimiento de las poblaciones de otras especies de la flora y de especies de fauna nativas al proporcionarles un hábitat y alimento.

El propósito de elegir especies nativas con las características arriba listadas es que, con el tiempo, las plantas puedan llegar a facilitar de forma natural el reciclaje de nutrimentos, preservándose la fertilidad, y en general acercándose gradualmente a la manera cómo funcionan las comunidades naturales. De igual manera, el aspecto más importante a considerar en este proyecto es utilizar las mismas especies arbóreas que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, garantizando con ello evitar la afectación de la biodiversidad.

Otro criterio importante en la reforestación es la disponibilidad de las plantas. Por lo tanto, la selección de especies nativas con las características ya listadas se puede reducir en función de la variedad de especies que pueden ofrecer los viveros forestales de la zona. Es importante mencionar al respecto que las plantas para la reforestación deben provenir de zonas que compartan las condiciones climáticas y edáficas para que tengan los fenotipos y genotipos apropiados para lograr una mejor tasa de sobrevivencia.

Para la selección de las especies a ser utilizadas en la reforestación son aquellas especies nativas de la región, las cuales se encuentran bien adaptadas al clima imperante en la zona, en primera instancia se consideró las especies presentes el área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y/o dentro del Sistema Ambiental.

Adquisición y características de la planta.

Las plantas para la reforestación provendrán en una parte del programa de rescate de flora (anexo) y el restante de planta necesaria serán adquiridas en un vivero local, previamente se realizarán los trabajos de rescate de semilla para producir la planta de las especies a requerir y en las cantidades requeridas para la reforestación del polígono de compensación adicional considerando las especies encontradas, la planta deberá poseer un buen vigor, libre plagas o enfermedades y con una altura mínima de 50 cm.

Para incrementar las probabilidades de sobrevivencia en campo, es muy importante que en el vivero se elijan las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades. Entre los criterios generales de calidad de planta están los siguientes:

1. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase
2. El diámetro basal del tallo deberá ser mayor o igual a 0.25 cm
3. Por lo menos una cuarta parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento

En el vivero, una de las etapas cruciales es el endurecimiento. En esta se trata de someter a las plantas a una aclimatación en condiciones similares a las que se presentan en el medio natural, es decir reduciendo los niveles óptimos que se mantienen en los viveros. En

esta etapa se debe de reducir un poco el riego de la planta y se le expone más a la radiación solar directa en caso de que haya sido producido bajo la sombra parcial (Rodríguez, 2008).

Una vez considerado lo anterior, es recomendable aplicar un riego de saturación un día antes del transporte de las plantas a las áreas seleccionadas para reforestar.

Tabla 3. Características de calidad de plantas para la reforestación.

Diámetro de tallo	Altura	Raíz	Lignificación	Vigor	Integridad	Salud
Mínimo 5 mm	50 a 50 cm	Con un eje central y raíces laterales bien distribuidas sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba. Sin malformaciones o nudos y abundantes puntos de crecimiento, abarcando el 70 o 80 % del cepellón	2/3 partes del tallo principal, evitar planta excesivamente alta y delgada.	Color del follaje propio de la especie. Las plantas vigorosas son más resistentes al transporte.	Plantas completas sin daños físicos o mecánicos (no rotas) Que no se ladeen o doblen con su propio peso.	Sin alteraciones morfofisiologías y libre de enfermedades y plagas. De aspecto vigoroso.

Fuente: Elaborado a partir de CONAFOR, 2010. El diámetro del tallo se mide 3 y 5 mm arriba de la superficie del cepellón. La altura de la planta se mide desde el cuello del tallo a la punta apical del mismo.

Transporte de la planta.

Para transportar las plantas del vivero al terreno, se deberán utilizar vehículos cerrados y trasladar las plantas debidamente cubiertas para protegerlas del viento y la insolación, y evitar con ello su deshidratación. De ser posible, como mínimo deberá brindarse protección a las plantas, rodeando la carrocería del camión con costales.

En cuanto al acomodo de las plantas dentro del vehículo, para optimizar la capacidad de los vehículos y disminuir los costos de transporte, es conveniente construir estructuras sobre la plataforma de carga con el objeto de acomodar dos o más pisos, de modo que el estibado no dañe a las plantas.

Al acomodar las plantas en el camión, es importante cuidar que los envases sean de las mismas dimensiones con la finalidad de conseguir un arreglo homogéneo, que permita estibar varias capas.

Es necesario procurar que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan, por ello es necesario ajustar la carga a las dimensiones de la caja del camión, sin apretar los envases (Rodríguez, 2008). No es recomendable estibar más de dos niveles o capas, sobre todo si el tiempo de traslado es largo y las plantas presentan un buen desarrollo de tallo y hojas (Arriaga et al, 1994)

Para estibar las plantas se deben traspalear los envases de manera que las bolsas de arriba no aplasten a la planta de abajo. Además, se debe cuidar que el tallo y hojas de las que quedan abajo no se doblen o quiebren. También es importante considerar el tiempo de traslado para reducir el estrés de las plantas, el cual idealmente no deberá rebasar tres horas. Asimismo, se debe evitar los golpes, lo cual afecta la calidad de planta y su supervivencia una vez plantada, por lo que estas actividades se deberán de llevar a cabo con cuidado. Las plantas no deben ser transportadas por el tallo, sino por la base de la bolsa que las contiene (Rodríguez, 2008).

Preparación del terreno.

Esta actividad consiste en limpiar el área donde se establecerán las plantas, esta actividad será ejecutada manualmente, se limpiarán de hierbas u algún otro obstáculo que impida el establecimiento de la plantación y se realizara con el auxilio de herramientas manuales como son machete pala o azadón.

Marcado de sitios de cajetes y planta.- En este aspecto es muy importantes determinar dónde va a quedar ubicada la planta, por lo cual se utilizan cintas métricas de distancias superiores a las distancias de plantación, varas de la medida de la distancia a plantar, e incluso algunas ocasiones se utilizan cuadros o triángulos de madera con las distancias de plantación, para el presente caso se utilizaran cintas métricas de 10 m con las cuales tendrá un diseño tres bolillo, la ubicación de la colocación de las plantas será siguiendo las barreras de material muerto con una separación de 1.5 metros entre la planta de la misma línea, no es necesario que se coloque estrictamente en el vértice del cuadro puede variar algunos centímetros dependiendo de los obstáculos existentes en el terreno como presencia de roca madre, árboles, tocones y piedras muy grandes u otro obstáculo que no se pueda remover.

La CONAFOR en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales menciona que la reforestación es una práctica vegetativa importante para la protección, conservación y restauración de suelos, pero debe ser acompañada de diferentes prácticas mecánicas que aumenten la supervivencia, mejoren el desarrollo y con ello contribuyan a disminuir la degradación del suelo, como en nuestro caso se proponen la construcción de terrazas individuales como medida adicional y de acompañamiento a la reforestación.

Las terrazas individuales son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio. En la parte central de ellas se establece una especie forestal y se habilitan de acuerdo al diseño y densidad de la plantación que es de 1,411 plantas, es decir el mismo número de terrazas individuales.

Los objetivos de la construcción de las terrazas individuales:

- Interceptar el escurrimiento superficial, para reducir el volumen y la velocidad de escorrentía.
- Propiciar e incrementar la infiltración del agua en el suelo.
- Desalojar el exceso de agua superficial a velocidades no erosivas.
- Reducir la erosión hídrica del suelo, la producción de sedimentos y su arrastre hacia las partes bajas.
- Mejorar y acondicionar la superficie del terreno haciéndola más laborable para fines agropecuarios y forestales.
- Prevenir y controlar la formación de cárcavas pequeñas.

¿Para qué sirven?

- Evitar la erosión de laderas.
- Retener el suelo de las escorrentías.
- Captar agua de lluvia.
- Mantener mayor humedad para el desarrollo de especies forestales.

Beneficios

- Permiten el control de la erosión.

- Retienen y conservan la humedad en áreas localizadas.
- Favorecen el aprovechamiento de fertilizantes.
- Incrementan la supervivencia de árboles en la reforestación.
- Aceleran el desarrollo de especies vegetales.

Es un terraplén de forma circular, construido a nivel o en contra pendiente, sobre el cual se establece alguna especie forestal. Esta práctica está asociada a la reforestación por lo que el número de piezas por hectárea debe ser acorde a la densidad de plantas a reforestar, y puede ser construida en un margen muy amplio de pendientes, siempre y cuando exista la profundidad adecuada. No se debe realizar en suelos con profundidad menor a 10 centímetros. Su principal objetivo es captar agua de los escurrimientos de acuerdo a las características del predio, se ha determinado una cantidad de 1,411 terrazas, en el predio de compensación adicional, distribuidas de forma irregular en el predio de compensación adicional. El número de terrazas a construir se estimó considerando a la densidad de la reforestación a llevar a cabo.



Figura 2. Terrazas individuales

Estas terrazas son pequeños bordos a contra pendiente, que servirán para captar el agua de lluvia o de riego, proporcionando un pequeño almacén de agua, pues el agua retenida será absorbida por el suelo y aprovechada por el árbol.

Con base al programa de Obras de Conservación de Suelo y Agua (anexo en el DTU), se pretende el empleo de terrazas individuales, las cuales serán utilizadas a su vez para el establecimiento de plantas como medida de reforestación en el predio de compensación adicional, el proceso de construcción de las terrazas es el siguiente:

- *Primer paso.* Para su construcción, se utiliza una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo; se debe trazar un círculo de un metro de diámetro como se muestra a continuación:

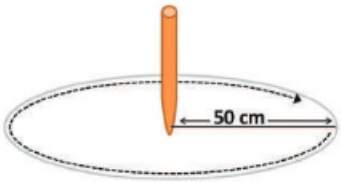


Figura 3. Estaca y cuerda para el trazo de la terraza.

- *Segundo paso.* Después, se procede a excavar en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado, que permita almacenar agua de lluvia y proporcionar humedad a las especies forestales ahí plantadas. Dicho bordo puede reforzarse con piedras u otro material.

Las terrazas individuales deben tener como mínimo un metro de diámetro y al menos 15 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con materiales disponible.

- *Tercer paso.* Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se les puede dar a las terrazas una inclinación en contra pendiente dentro de la terraza. Con el producto de la excavación se construye el bordo, aguas abajo, en forma de media luna, para conducir los escurrimientos hacia las terrazas ubicadas en la curva a nivel aguas abajo

- *Cuarto paso.* La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo. En zonas con alta incidencia de lluvias se recomienda plantar cada arbolito cerca del bordo construido en el área de relleno y no en el centro de la terraza. Con esto se trata de evitar pudriciones o ahogamiento por exceso de agua.

- *Quinto paso.* Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 15 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente y a la profundidad del suelo.

- *Sexto paso.* Un ejemplo de distanciamiento recomendado en el diseño de terrazas individuales que para este caso será de forma “irregular” según condición del terreno y la vegetación existente, pero fijando la meta como mínimo densidades de 250 terrazas individuales por hectárea.

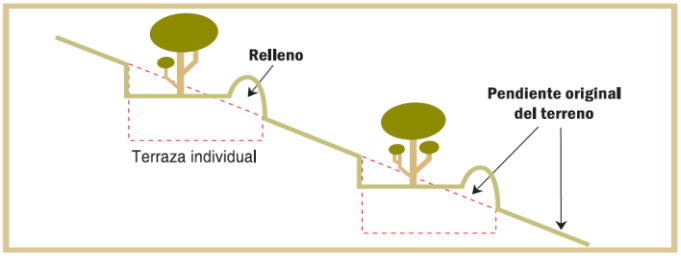


Figura 4. Ejemplificación de las terrazas individuales y establecimiento de planta

VI Medidas específicas que se emplearán

VI.1.- Reforestación y terrazas individuales

Como medida de incrementar la cobertura arbórea se pretende ejecutar el enriquecimiento de rodales, es decir, una reforestación a baja densidad (1,283 plantas/ha), con especies nativas, esta reforestación a baja densidad será acompañada de las terrazas individuales como obra de conservación de suelo y agua. La descripción de estas actividades se detalla a continuación:

En virtud de que en estas áreas (predio de compensación) habrá nula modificación topográfica, la restauración de estas áreas sólo comprende los trabajos de reforestación, de acuerdo con las siguientes actividades:

- Preparación del terreno
- Establecimiento de la plantación

- Terraza individual

Preparación del terreno

Esta actividad consiste en limpiar el área donde se establecerán las plantas, esta actividad será ejecutada manualmente, se limpiarán de hierbas u algún otro obstáculo que impida el establecimiento de la plantación y se realizara con el auxilio de herramientas manuales como son machete pala o azadón.

Marcado de sitios de cajetes y planta.- En este aspecto es muy importantes determinar dónde va a quedar ubicada la planta, por lo cual se utilizan cintas métricas de distancias superiores a las distancias de plantación, varas de la medida de la distancia a plantar, para este caso se hará de forma irregular, buscando los claros o zonas sin vegetación arbórea, dependiendo de los obstáculos existentes en el terreno como presencia de roca madre, árboles, tocones y piedras muy grandes u otro obstáculo que no se pueda remover.

Plantación

Es la acción de colocar la planta en la cepa abierta anteriormente, para lo cual se colocara la planta con la raíz en forma vertical en la cepa y se deberá cubrir con tierra hasta el mismo nivel que tenía en la bolsa o charola para que el terreno sea una continuación del cepellón de la planta, una vez cubierta con la tierra, se deberá apisonar para que la compactación del suelo sea lo suficiente para eliminar bolsas de aire y proporcione estabilidad hasta que la planta establezca su propio sistema radicular o anclaje; la densidad de plantación será de 1,283 por hectárea.
Al momento de realizar la plantación se debe considerar:

- Realizar poda de raíces que se encuentren entrelazadas o malformadas, si es que existen raíces dentro de la bolsa, si esto se hace se debe podar también un poco de follaje para compensar la pérdida de raíz.
- Al retirar el envase o contenedor, se cuidará de no tocar demasiado la raíz.
- La primera tierra que deberá emplearse son los primeros 10 cm, si no es suficiente se usará la tierra más profunda.
- Una vez colocado el árbol, se deberá presionar la tierra para sacar el aire que pudiera haber quedado atrapado.

Una vez identificada el área a reforestar (1.1 ha) considerando una densidad de plantación de 1,283 plantas por hectárea, y una reposición del 10%, se requieren las siguientes cantidades de planta:

De acuerdo con las áreas por reforestar, se requieren un total de 1,552 plantas, distribuidas de la siguiente manera

Tabla 4. Número de plantas por especie para las áreas de compensación

No	Nombre Común	Nombre Científico	# de planta proveniente del rescate	# de planta proveniente del vivero	# de plantas total
1	Cuachalalate	Amphipterygium adstringens	8		8
2	Llora sangre	Apoplanesia paniculata	16		16
3	Copal	Bursera excelsa		250	250
4	Papelillo verde	Bursera grandifolia	10		10
5	Papelillo rojo	Bursera simaruba	10		10
6	Iguanero	Cenostigma eriostachys	9		9
7	Pochote	Ceiba aesculifolia		200	200
8	Tamborcillo	Cordia dentata		150	150
9	Barcino	Cordia elaeagnoides		200	200
10	Coliguana	Cordia seleriana	10		10
11	Coral	Coulteria platyloba		300	300
12	Bulillo	Crataeva tapia	10		10
13	Zalate	Ficus velutina		50	50
14	Majagua	Heliocarpus terebinthinaceus	14		14
15	Tepemezquite	Lysiloma divaricatum		300	307
16	Azajar	Styrax ramirezii	8		8
Total			**95**	**1450**	**1552**

De acuerdo con las necesidades de planta, se pretende la obtención de planta del programa de rescate y su mantenimiento en un vivero local, que se encargará de mantener la planta rescatada del proyecto, dicha actividad se pretende involucrar a personal local.

Las prácticas comunes para llevar a cabo la plantación son las siguientes:

- Se debe quitar el envase de la planta sin dañar la raíz.
- Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (que es la más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrimentos.
- Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
- Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta.

La época de la plantación depende de la época de lluvias, que, de acuerdo a la información climatológica de la zona, la temporada de lluvias inicia en el mes de junio, por lo que se sugiere iniciar la plantación durante los meses de julio y agosto y aprovechar las lluvias de agosto y septiembre.

VI.2.- Terraza individual

La CONAFOR en el Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales menciona que la reforestación es una práctica vegetativa importante para la protección, conservación y restauración de suelos, pero debe ser acompañada de diferentes prácticas mecánicas que aumenten la

supervivencia, mejoren el desarrollo y con ello contribuyan a disminuir la degradación del suelo, como en nuestro caso se proponen la construcción de terrazas individuales como medida adicional y de acompañamiento a la reforestación.

Las terrazas individuales son terraplenes de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio. En la parte central de ellas se establece una especie forestal y se habilitan de acuerdo con el diseño y densidad de la plantación que es de 1,411 plantas, es decir el mismo número de terrazas individuales.

Los objetivos de la construcción de las terrazas individuales:

- Interceptar el escurrimiento superficial, para reducir el volumen y la velocidad de escorrentía.
- Propiciar e incrementar la infiltración del agua en el suelo.
- Desalojar el exceso de agua superficial a velocidades no erosivas.
- Reducir la erosión hídrica del suelo, la producción de sedimentos y su arrastre hacia las partes bajas.
- Mejorar y acondicionar la superficie del terreno haciéndola más laborable para fines agropecuarios y forestales.
- Prevenir y controlar la formación de cárcavas pequeñas.

¿Para qué sirven?

- Evitar la erosión de laderas.
- Retener el suelo de las escorrentías.
- Captar agua de lluvia.
- Mantener mayor humedad para el desarrollo de especies forestales.

Beneficios

- Permiten el control de la erosión.
- Retienen y conservan la humedad en áreas localizadas.
- Favorecen el aprovechamiento de fertilizantes.
- Incrementan la supervivencia de árboles en la reforestación.
- Aceleran el desarrollo de especies vegetales.

Estas terrazas son pequeños bordos a contra pendiente, que servirán para captar el agua de lluvia o de riego, proporcionando un pequeño almacén de agua, pues el agua retenida será absorbida por el suelo y aprovechada por el árbol (Figura 2).

Las terrazas individuales se deberán alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas. La dimensión promedio de las terrazas individuales es de un metro de diámetro en donde se forma un “círculo” de captación de agua y de suelo.
Proceso de construcción:

- *Primer paso.* Para su construcción, se utiliza una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo; se debe trazar un círculo de un metro de diámetro.

- *Segundo paso.* Después, se procede a excavar en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado, que permita almacenar agua de lluvia y proporcionar humedad a las especies forestales ahí plantadas. Dicho bordo puede reforzarse con piedras u otro material.
- *Tercer paso.* Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se les puede dar a las terrazas una inclinación en contra pendiente dentro de la terraza.
- *Cuarto paso.* La capacidad de almacenamiento de agua dependerá del tipo de suelo. En zonas con alta incidencia de lluvias se recomienda plantar cada arbolito cerca del bordo construido en el área de relleno y no en el centro de la terraza. Con esto se trata de evitar pudriciones o ahogamiento por exceso de agua.
- *Quinto paso.* Las terrazas individuales deben tener como medidas promedio: un metro de diámetro y 10 centímetros de profundidad de corte, con taludes estabilizados con piedra o pastos. Estas medidas pueden variar de acuerdo con la pendiente y a la profundidad del suelo.
- *Sexto paso.* Un ejemplo de distanciamiento recomendado en el diseño de terrazas individuales que para este caso será de forma irregular, pero fijando la meta como mínimo densidades de 350 terrazas individuales por hectárea.

En cuanto al manejo de las especies forestales establecidas en las terrazas se recomienda tener presente los siguientes aspectos:

- Las plantas establecidas se deben mantener libres de hierbas, arbustos y árboles no deseables.
- En el caso de presentarse plantas enfermas o con plaga se deberán de eliminar y será preferible reducir el número de árboles, dejando sólo los que presenten mayor vigor y sanidad, para regular la distribución del espacio y mejorar su desarrollo.

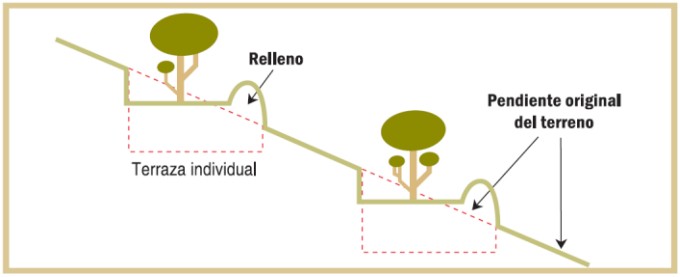


Figura 5. Sección transversal de las terrazas individuales

VII. Análisis del procesamiento de datos e interpretación de resultados

El promovente del "**Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**" pretende obtener la autorización en material ambiental para el desarrollo inmobiliario en materia forestal por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para lo cual se ha elaborado el DTU-B, para este proyecto será necesario la remoción de vegetación forestal en una superficie de 0.9308 ha, por lo anterior se ha planteado una forma de compensar los impactos ambientales a ocasionar en el sitio del proyecto causando una disminución de los servicios ecosistémicos que proveen las áreas forestales, estos sean recuperados en las áreas contiguas al proyecto, con lo cual no se prevé una afectación ya que lo que se estaría ocasionando en un sitio se estaría recuperando con la ejecución del presente programa, el cual forma parte

integral de los demás anexos que conforman la serie de medidas a ejecutar una vez autorizado en materia forestal el presente proyecto.

El proyecto de CUSTF ocasionará una serie de impactos al medio ambiente, mismos que se resumen a continuación.

- Flora: la afectación de la selva baja caducifolia la afectación será para una riqueza de 44 especies, de las cuales 21 son del estrato arbóreo, 10 del arbustivo, herbáceo con 7 y 6 de otras especies. Significando la remoción de 352 individuos del estrato arbóreo.
- Fauna: En el área de CUSTF se tiene la afectación de 45 especies, 29 del grupo de las aves, 6 mamíferos, 10 reptiles y 0 anfibios, siendo las aves con el mayor número de especies. En cuanto el número de especímenes registrados se observaron 283 individuos, donde las aves presentaron el mayor número de organismos, con 202, seguido de los reptiles con 56, 25 individuos de los mamíferos.
- Erosión: en los análisis realizados indican que se incrementarán a causa del desmonte en el orden de 15.81 ton/ha/año por la erosión hídrica; por lo que el incremento de pérdida de suelo es del orden de 14.71 toneladas/año con la ejecución del cambio de uso de suelo en las 0.9308 hectáreas.
- Infiltración: la infiltración actual en el predio de CUSTF es de 2,365 m^3/año, con el escenario de desmonte se reducirá el volumen de infiltración a 1,614 m^3 anuales, lo cual implica una disminución de 751 m^3.

A raíz de los anterior se emprendió la búsqueda de un área que requiera una mejora en su condición, que presente una degradación del suelo y que se cuente con la autorización de poder emprender acciones de reforestación de especies nativas proveniente del rescate de flora, por lo cual se cuenta con la facilidad al ser la propiedad la promovente donde se llevaran dichas acciones.

El promovente de este proyecto se encuentra comprometido con el medio ambiente y el desarrollo sustentable del mismo, por lo cual se ha elaborado el presente programa.

Su ubicación georreferenciada de cada una de ellas sería muy complicado establecerla tanto por la cantidad como por la exactitud, sin embargo existe la ubicación de las áreas del polígono de compensación adicional misma ubicación, se tiene como meta la construcción de 1,411 terrazas, con una capacidad de captación de agua y azolves de 0.07854 m^3 por terraza (resultado de la cubicación de un círculo de 1 m de diámetro y 0.10 m de profundidad), lo que representa un volumen de 110.82 m^3, que es equivalente a 132.98 toneladas (Tabla 5).

Tabla 5. Características de las terrazas individuales.

Concepto	***Unidad***	***Valor***
Diámetro de la terraza	Metro	1
Área de la terraza	Metro cuadrado	0.7854
Profundidad de la terraza	Metro	0.1
Volumen de la terraza	Metro cúbico	0.07854
Densidad de terrazas por hectárea (diseño tres bolillo y distanciamiento de 3x3)	Terraza	1283
Superficie a construir terrazas	Hectárea	1.10
Número de terrazas a construir	Terraza	1,411

Concepto	*Unidad*	*Valor*
Capacidad total	Metro cúbico	110.82
Volumen a retener total	**Toneladas**	**132.98***

*Es el resultado de **132.98 m³** multiplicado por el factor de 1.20 (Conafor, Manual de obras de conservación de suelos) para su conversión a toneladas.

La restauración del predio de compensación adicional se considera una medida de mitigación del proyecto para atenuar y/o compensar la disminución de la cobertura vegetal debido al desmonte que se requiere necesariamente para la ejecución del proyecto.

Mitigar la afectación de la biodiversidad por la eliminación de las diversas especies de flora por el desmonte de 0.9308 Has de vegetación de selva.

Los trabajos de restauración que incluyen con conjuntamente con las obras de conservación de suelo y agua, estas acciones tienen por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo VI.

Tabla 6. Tabla Balance de los procesos de erosión

Tipo de erosión	Escenario Actual ton/ha/año	Escenario con proyecto ton/ha/año	Erosión con medidas año 5 (ton/ha/año)
Erosión hídrica	6.99	22.8	0.14

El balance general de la reforestación es adicional a las obras como zanjas de infiltración, barreras de material muerto, terrazas individuales y picado y esparcido de material vegetal que será una cubierta que evitará la erosión.

Una vez obtenida la infiltración en el área de restauración (1.1 ha) durante un proceso de 6 años, es necesario realizar un comparativo de estos cálculos con la pérdida de infiltración por la ejecución del proyecto sin las medidas de mitigación. En la tabla siguiente se realiza el comparativo de la infiltración en los tres escenarios (actual, con cambio de uso del suelo y con medidas de mitigación).

Tabla 7. Comparativo de la infiltración actual y con proyecto por año.

Año	Infiltración actual m^3/año	Infiltración con el desmonte m^3/año	Infiltración con Restauración m^3/año	Saldo m^3/año
0	2,365	1,614		-751
1			1,845	0
2			1,919	73
3			1,992	146
4			2,065	220
5			2,138	293
6			2,285	439

*Datos considerando la superficie total del proyecto para efectos comparativos.

De acuerdo con los resultados obtenidos con la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, las terrazas contribuyen a que los niveles de infiltración se recuperan al año 1 de la reforestación y la pérdida acumulada se recupera al primer año como se observa en la tabla siguiente. Con ello, el beneficio es adelantar la recuperación de los niveles de infiltración con relación a la estimación realizada con la pura reforestación como medida de mitigación de la pérdida de los niveles de infiltración, por lo que es importante la contribución de las terrazas individuales y las zanjas de infiltración en los primeros años del proyecto.

Tabla 8. Balance 1 y final, y pérdida acumulada con las terrazas individuales y las zanjas trincheras.

Año	Infiltración actual m^3/año	Infiltración con el desmonte m^3/año	Infiltración con Reforestación m^3/año	Balance m^3/año*	Volumen infiltrado por las terrazas m^3/año	Volumen infiltrado por las zanjas trincheras m^3/año	Balance final m^3/año*	saldo acumulado m^3
0	2,365.00	1,614.00		-751.00			-751.00	-751
1		**-751.00**	**1,845.49**	**0.00**	**1,214.81**	**1,096.20**	**1,560.01**	**809**
2		-751.00	1,918.67	73.18	1,214.81	1,096.20	1,633.19	2,442
3		-751.00	1,991.86	146.36	1,214.81	1,096.20	1,706.37	4,149
4		-751.00	2,065.04	219.55	1,214.81	1,096.20	1,779.56	5,928
5		-751.00	2,138.22	292.73	1,214.81	1,096.20	1,852.74	7,781
6		-751.00	2,284.59	439.09	1,214.81	1,096.20	1,999.10	9,780

De acuerdo a los cálculos anteriores, con la reforestación más las terrazas individuales y zanjas de infiltración la pérdida de la infiltración acumulada, se recupera desde el primer año de los trabajos de reforestación del predio adicional, construcción de terrazas individuales y la zanja trinchera en la zona baja del proyecto.

Se tiene como meta la construcción de 1,411 **terrazas**, con una capacidad de captación de agua y azolves de **0.0785 m^3 por terraza** (resultado de la cubicación de un círculo de 1 m de diámetro y 0.15 m de profundidad), lo cual suma un volumen o capacidad de 40.13 m^3.

Tabla 9. Comparativo de la disminución de la erosión vs capacidad de las terrazas individuales.

Incremento De Pérdida De Suelo (Ton/Año)	Capacidad De Diseño De Las Zanjas Trincheras (Ton)
14.71 Ton	132.98 Ton

Con base en al grupo hidrológico del suelo categoría B para el predio de compensación adicional presenta un valor de infiltración de 20.3 mm/hr, considerando el área de cada terraza en metros cuadrados y el número de terrazas a construir la capacidad de infiltración de las terrazas se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 10. Cálculo de la capacidad de infiltración de las terrazas individuales.

Parámetro	Unidad	Cantidad
Dimensiones de la terraza individual		
Altura	m	0.1
Diámetro	m	1
Área de la terraza individual	**m^2**	**0.7854**
Parámetros hidrológicos del suelo (B)		
Tasa de infiltración		

Tasa de infiltración [1]	mm/hr	20.3
Infiltración = Área X tasa	m^3/hr/m	0.0159
Número de terrazas individuales	Terraza individual	1,411
Volumen de infiltración por las terrazas	**m^3/hr**	**22.50**
Tiempo de infiltración		
Número de días	Días	54
Horas	Horas/día	1
Tiempo de infiltración	**Horas**	54
Capacidad del volumen de infiltración	**m^3**	**1,214.81**

Nota: 1) Número de días lluvias se obtuvo de la normal climatológica de la estación meteorológica Manzanillo (6018).
2) La tasa de infiltración se obtuvo de la tabla "Tasa de infiltración de acuerdo al grupo hidrológico del suelo" considerando el tipo de suelo y textura

Con base en al grupo hidrológico del suelo, (suelo categoría A para el predio de compensación adicional) presenta un valor de infiltración de 20.3 mm/hr, considerando el área de cada terraza en metros cuadrados y el número de terrazas a construir la capacidad de infiltración de las terrazas se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 11. omparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración las terrazas individuales.

Disminución de la infiltración (m^3/Año)	Capacidad De Diseño De Las Zanjas Trincheras (m^3/Año)
751	1,214.81

Con la capacidad de la zanja de infiltración diseñada se logra incrementar la disminución de la infiltración a causa del proyecto, y muy cerca de retener el escurrimiento, con lo cual se mitiga este impacto dentro del sitio del proyecto.

De acuerdo con los cálculos anteriores, con la reforestación más las terrazas individuales, la pérdida de la infiltración acumulada, se **recupera al primer año** de su construcción, es decir una vez iniciados los trabajos de reforestación en el predio de compensación adicional.

VIII Calendario de comprobación

Los trabajos de reforestación en el predio de compensación adicional se llevarán a cabo en la próxima temporada de lluvias una vez iniciado el proyecto, con lo cual se dará tiempo para el rescate de flora y la producción de la planta necesaria con las especies especificadas en este programa.

El siguiente programa de las actividades a realizar en la reforestación es en general una guía indicativa de los tiempos aproximados que puede tomar cada una de las actividades.

Tabla 12. Calendario de las acciones a ejecutar

Actividad	Año 1												Año 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Producción de planta en vivero																								
Preparación del terreno																								
Transporte de planta																								
Plantación																								
Mantenimiento de la reforestación																								
Construcción de brecha cortafuego																								
Cercado																								
Replantación																								
Supervisión y monitoreo																								

Tabla 13. Cronograma de actividades para el año 3, 4 y 5

Actividad	Año 3												Año 4 y 5											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de la reforestación																								
Mantenimiento de la brecha cortafuego																								
Supervisión y monitoreo																								

IX.- Indicadores de realización

Uno de los elementos más importantes del programa de Reforestación es la evaluación del mismo y el monitoreo. El monitoreo de la reforestación consiste en dar seguimiento al programa a través de indicadores, que permitan evaluar los resultados del programa. Sin duda es esencial la retroalimentación que se pueda obtener del monitoreo para detectar problemas o fallas, y aplicar oportunamente las medidas correctivas.

IX.1 Periodicidad

Para realizar el monitoreo de la reforestación, es necesario realizar evaluaciones periódicas en todas las áreas reforestadas. Se recomienda la realización de evaluaciones anuales al final del periodo de sequía, una vez que hayan pasado los factores más críticos para una reforestación que se presenta durante la primavera.

El periodo de monitoreo estará en función de los recursos disponibles, sin embargo, en el caso de reforestaciones es recomendable realizarlo hasta que se considere que la reforestación se ha establecido, lo cual ocurre durante los primeros tres a cinco años edad del arbolado; es decir que las evaluaciones anuales planteadas al inicio se realizarán por un periodo de cinco años.

IX.2 Indicadores

Un indicador es un elemento ambiental que no interesa por sí mismo sino por la información que trasmite sobre el estado del sistema del que forma parte, o de alguna porción o elemento del mismo. El indicador más adecuado para evaluar dicha medida mitigatoria es

la sobrevivencia de la plantación de reforestación, la evaluación del estado sanitario, y la estimación del vigor de la plantación. En la tabla se presentan los estimadores de cada uno de los indicadores que se emplearán en el monitoreo.

Tabla 14. Indicadores y estimadores de la reforestación.

INDICADOR	ESTIMADOR	
Sobrevivencia	P= $\frac{\sum_{i}^{n}=1 \frac{ai}{mi}}{\sum_{i}^{n}=1 mi} x\ 100$	Dónde: $\sum_{i}^{n} = 1$ sumatoria de los datos de acuerdo a la variable a o m p= proporción estimada de árboles vivos ai= número de plantas vivas en el sitio de muestreo *i* mi= número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo *i*
Estado sanitario	Ps= $\frac{\sum_{i}^{n}=1 \frac{Si}{ai}}{\sum_{i}^{n}=1 ai} x\ 100$	$\sum_{i}^{n} = 1$ Sumatoria de los datos de acuerdo a la variable S o a. ps= proporción estimada de árboles sanos Si= número de árboles sanos en el sitio de muestreo *i* ai= número de plantas vivos en el sitio de muestreo *i*
Vigor de la plantación	Pv= $\frac{\sum_{i}^{n}=1 \frac{vi}{ai}}{\sum_{i}^{n}=1 ai} x\ 100$	$\sum_{i}^{n} = 1$ Sumatoria de los datos de acuerdo a la variable v o a. pv= proporción estimada de árboles vigorosos vi= número de árboles vigorosos en el sitio de muestreo *i* ai= número de plantas vivos en el sitio de muestreo *i*

Fuente: Elaborado con base en CONAFOR, 2010.

Los indicadores seleccionados consisten en lo siguiente:

- Sobrevivencia. Es el indicador más importante para determinar el éxito de una reforestación, puesto que indica la proporción de árboles vivos respecto al número total de árboles plantados en el área reforestada. Para obtener la sobrevivencia de una reforestación se extrapolan los datos obtenidos en la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación. Para cada unidad muestral se determinará el número de árboles vivos y el número de árboles muertos.

- Sanidad. Permite conocer la proporción de árboles sanos en la reforestación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras. Se utilizan dos términos sano o enfermo. Si la planta en el momento de la evaluación se encuentra plagada o enferma se determinará el agente causal.

- Vigor. De acuerdo con el Manual básico de Prácticas de Reforestación, de la Comisión Nacional Forestal, el vigor se refiere a la proporción de los órganos vigorosos del total de los árboles vivos. Se utilizará la clasificación propuesta en el manual, la cual considera los siguientes tipos: Bueno, cuando la planta presenta follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; Regular cuando el árbol presenta un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y un follaje medio; Malo, se refiere cuando el follaje es amarillento, poco y con hojas débiles.

- De acuerdo con los resultados de los indicadores será preciso implementar las medidas necesarias para alcanzar los objetivos de la reforestación, que en esta etapa versan en su establecimiento. Durante el primero o segundo año, la actividad más común será la reposición de la planta muerta, con problemas de sanidad y no vigorosa, y con ello alcanzar un porcentaje de sobrevivencia aceptable, mayor al 80%, el cual garantice que la reforestación llegará a su etapa adulta y permitirá cumplir los objetivos de compensación o mitigación ambiental. En casos extremos, podrían ser necesarios actividades para el control de plagas o enfermedades, sobre todo en ecosistemas tropicales.

IX.3 Monitoreo

La esencia del monitoreo es advertir sobre alguna situación fuera de lo deseado. Si el problema se identifica tempranamente, este puede ser manejado mientras las soluciones costo-efectivas son disponibles. El monitoreo es también crítico para medir el éxito de algún programa; un buen monitoreo puede demostrar que el manejo está funcionando y provee evidencia que soporta la continuidad del manejo en curso (Elzinga et al., 1998).

En el caso del presente programa, el monitoreo estará orientado a evaluar el desarrollo del programa de reforestación de manera que se detecten problemas en el establecimiento de las plantas para poder llevar a cabo las acciones que amerita la situación. El monitoreo permitirá conocer la condición de la plantación y por consiguiente dar respuesta en caso de señales adversas para atender ya sea mediante mantenimiento y cuidados que necesite (poda, deshierbe, fertilización, raleo u otros).

IX.4 Método de muestreo

Dentro de cada polígono reforestado se empleará el muestreo sistemático que permite la distribución de las unidades muestrales en toda el área reforestada, obteniendo una muestra representativa de las condiciones de la reforestación.

- Forma y tamaño de sitios de muestreo

La forma y tamaño de los sitios de muestreo consiste en establecer sitios circulares de 100 m2 con un radio de 5.64 m, distribuidos sistemáticamente en todo el polígono de la reforestación y equidistantes entre sí.

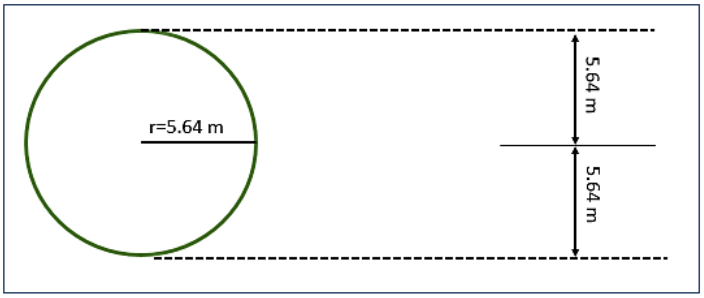


Figura 6. Sitio circular de muestreo de 100 m2

- Número de sitios de muestro

El número de sitios de muestro a levantar estará en función del tamaño de la reforestación y de su densidad, con una intensidad de muestreo que va del 2.5 al 10% en función del tamaño de la reforestación, entre más pequeña sea la reforestación mayor será la intensidad de muestreo, con lo cual se garantiza obtener información con una precisión del 90 al 95% de confiabilidad. El número de sitios de muestreo de acuerdo con el tamaño de la reforestación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15. Tamaño de muestra en número de plantas de acuerdo al tamaño de la reforestación

No. De plantas en la plantación	Tamaño de muestra en número de plantas
1,000 – 2,000	95
2,001 – 6,000	152
6,001 – 8,000	199
8,001 – 10,000	270
10,001-adente	**400**

El formato en el que se registrarán los datos obtenidos en las actividades de monitoreo se muestra como anexo

IX.5 Vigilancia

Adicionalmente a las evaluaciones y a las medidas que se identifiquen como resultado de estas, es recomendable la vigilancia permanente de las áreas reforestadas con la finalidad de monitorear la ocurrencia de otros factores de riesgo como los incendios forestales, el pastoreo, el vandalismo, la presencia espontánea de plagas y enfermedades. Por lo cual recomendable designar a una persona que realice visitas frecuentes a los predios reforestados y lleve un registro sobre la presencia u ocurrencia de algunos de los factores de riesgo ya mencionados.

X Punto de comprobación

Esta superficie está conformada por 1 polígono con una alta degradación de la vegetación arbórea, con pendientes desde altas.

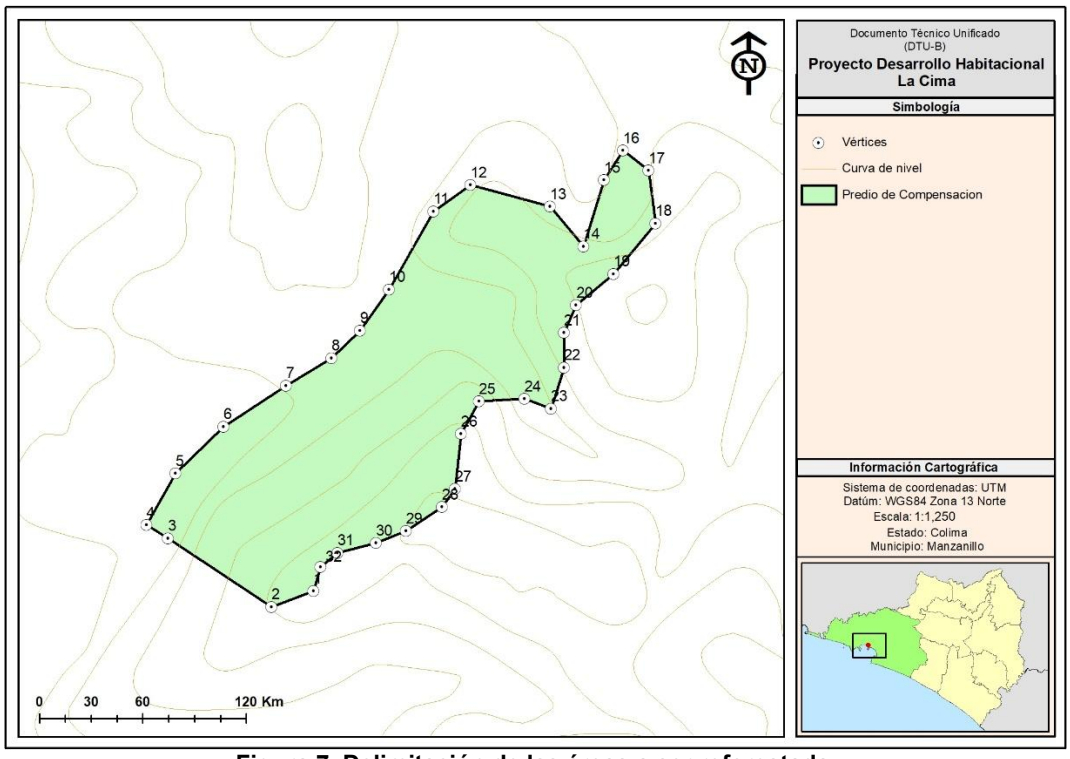


Figura 7. Delimitación de las áreas a ser reforestada.

La delimitación de estas áreas y su inclusión en esta propuesta de restauración para compensar los efectos ambientales se basó en los límites legales y la disposición del dueño (mismo promovente).

Tabla 16. Coordenadas de los vértices del polígono de reubicación de especies de flora rescatadas.

Vértice	X	Y
1	570465.77	2117708.84
2	570450.95	2117703.33
3	570414.54	2117727.46
4	570406.92	2117732.12
5	570417.08	2117750.32
6	570434.02	2117766.83
7	570456.03	2117781.23
8	570472.12	2117790.96
9	570482.28	2117800.70
10	570492.44	2117815.09
11	570508.10	2117842.61
12	570521.22	2117851.92
13	570549.16	2117844.30
14	570561.02	2117830.33
15	570568.21	2117853.62
16	570575.02	2117864.05
17	570583.88	2117857.00
18	570586.42	2117838.38
19	570571.60	2117820.60
20	570558.48	2117809.59
21	570554.24	2117799.85

Vértice	X	Y
22	570554.24	2117787.58
23	570549.59	2117773.18
24	570540.27	2117776.57
25	570524.19	2117775.72
26	570517.84	2117764.29
27	570515.72	2117744.82
28	570511.06	2117738.47
29	570498.36	2117730.00
30	570487.78	2117725.77
31	570474.23	2117722.38
32	570468.31	2117717.30

El programa se pretende ejecutar en un lapso de un año, para lo cual se han identificado los polígonos prioritarios, siendo estos los más cercanos al sitio del proyecto, las acciones a ejecutar se describen más adelante para la totalidad del área.

Tabla 17. Superficie de los polígonos a restaurar

Polígono	Área (ha)
1	1.1

XI.- Medidas de urgente aplicación

XI.6 Medidas de respuesta

Como medidas de prevención para lograr una reforestación exitosa, se propone la implementación de:

- Apertura de brechas cortafuego. Consiste en abrir líneas o franjas de dos a tres metros de ancho, dependiendo de las condiciones del terreno y el objetivo de la práctica. Con la apertura de las brechas se busca eliminar todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas de la plantación para evitar que pueda provocar un incendio. Con este trabajo se logra aislar y proteger las áreas reforestadas.

- Rehabilitación de brechas corta fuego. Una vez que se tienen las brechas corta fuego, es importante rehabilitarlas cada año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible y dañar la reforestación en caso de incendio. Conviene no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad.

- Colocación de letreros. Los letreros serán alusivos a la realización de la reforestación, donde se incluirá el tipo de especie, superficie plantada, año de la plantación, proyecto responsable y advertencias de lo que no está permitido hacer en el área, como el pastoreo y fogatas.

Durante la época de sequías la probabilidad de presentarse un incendio forestal; en caso de presentarse alguna conflagración en predios adyacentes o cercanos a las áreas reforestadas éstas podrían verse afectadas. Por lo cual se recomienda realizar brechas cortafuego en el perímetro de la reforestación.

X.2.- Actividades De Mantenimiento

Una vez que se ha realizado la reforestación es necesario dar mantenimiento al área para asegurar el éxito del programa. Entre los aspectos a considerar en el mantenimiento del área reforestada están, la fertilización y el control de plagas. Cabe mencionar que el diseño de la plantación y elección del sitio para llevarla a cabo tuvieron en cuenta la reducción de las actividades de mantenimiento.

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento que pueden aplicar a la reforestación del área:

VI.2.1 Reposición de individuos

Se realizará al año siguiente del establecimiento de la plantación para la reposición de las plantas muertas, respetando la mezcla de las especies, de esta actividad se realizará considerando un 15% de mortandad.

VI.2.2 Deshierbe

El control de la maleza es recomendable realizarse en las primeras etapas de los árboles, ya que son más susceptibles a la competencia por luz, agua y nutrientes, está actividad consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite su desarrollo. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas.



Figura 8. Ejemplo de actividades de deshierbes.

XI.3 Fertilización

En caso de que las plantas presenten deficiencia de nutrimentos se propone utilizar fertilizantes químicos, para que los fertilizantes no se pierdan estos deben de ser disueltos en una solución húmeda del suelo y estar cerca de la planta, se mantendrá

la superficie cubierta con residuos (hojarasca), para que esta área genere humedad y se estimule el crecimiento de las raíces superficiales a fin de absorber y movilizar los nutrientes (Amado, 1998). A continuación, se presenta una lista de deficiencia que pueden ser detectadas en campo:

Tabla 18. Lista de síntomas de deficiencia de nutrientes en las plantas.

NUTRIENTE	DEFICIENCIA
Nitrógeno (N)	Clorosis, crecimiento retardado, enrojecimiento, caídas de las hojas. Los problemas foliares principalmente a las hojas más viejas.
Potasio (K)	Clorosis moteada, debilidad en los tallos, necrosis. Los problemas foliares afectan principalmente a las hojas más viejas.
Calcio (Ca)	Crecimiento retardado, necrosis de las raíces y del extremo de los vástagos.
Magnesio (Mg)	Clorosis moteada, ápices de las hojas se vuelven hacia arriba, especialmente en las hojas más viejas.
Fósforo (P)	Las hojas se vuelven de color verdeazulado oscuro, crecimiento retardado, falta de maduración y enrojecimiento. Los problemas foliares afectan principalmente a las hojas más viejas.
Azufre (S)	Clorosis de espacio situado entre las venas de las hojas más jóvenes.
Cloro (Cl)	Necrosis, clorosis, crecimiento retardado, engrosamiento y detección del crecimiento de las raíces jóvenes y marchitamiento de las hojas.
Hierro (Fe)	Clorosis del espacio entre las venas de las hojas más jóvenes. Los tallos se vuelven más delgados y cortos.
Boro (B)	Las hojas se retuercen, los tallos o las puntas de las raíces ennegrecen y mueren. Las raíces se hinchan.
Manganeso (Mn)	Necrosis entre venas, clorosis. Las hojas jóvenes resultan especialmente afectadas.
Zinc (Zn)	El margen de las hojas aparece distorsionado, clorosis, retardado en el crecimiento de las hojas y los entrenudos. Los problemas foliares afectan principalmente a las hojas más viejas.
Cobre (Cu)	Distorsión, marchitamiento o escurrimiento de las hojas jóvenes.
Molibdeno (Mo)	Distorsión, necrosis o clorosis de las hojas jóvenes.

Fuente: Rodríguez S. Florencio, 2005.

XI. 4 Control de plagas

Diversos agentes patógenos pueden afectar una o más partes de los árboles, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte del

arbolado. Por este motivo es importante implementar acciones de prevención, y en su caso de control, para reducir sus efectos.

Una de las formas para prevenir la ocurrencia de plagas es usar más de una especie en la reforestación, es decir tratar de evitar los monocultivos.

La detección de plagas y enfermedades se realiza mediante monitoreo continuo, que implica la realización de recorridos en campo o sitios donde se establecerá la reforestación. No hay que olvidar que para que una planta se establezca favorablemente en campo, debe salir libre de plagas y enfermedades del vivero de procedencia.

Algunas medidas preventivas de plaga pueden ser las siguientes:

- Aislamiento: Consiste en delimitar con barreras físicas una o varias partes de la plantación con el fin de evitar la dispersión de la plaga o enfermedad, restringiendo el tráfico de personal y vehículos en esa área.
- Eliminación de hospederos alternos: Se trata de la eliminación de plantas dentro del sembradío y sus alrededores que pueden ser hospederas alternas de plagas o enfermedades.
- Canales de drenaje: La construcción de canales de drenaje evita la anegación de las zonas bajas de la plantación, dificultando así el desarrollo de plagas o enfermedades.
- Si con las medidas de preventivas la plaga no cesa se llevarán a cabo las siguientes medidas de control:
- Remoción y destrucción manual. Cuando se encuentre la presencia de insectos que pupen en ramas, corteza o suelo, se llevará a cabo la remoción manual de las pupas y destruirlas en el sitio para cortar el ciclo del insecto.
- Tala de salvamente. En caso de que no se pueda radicar el agente causal de la planta se llevará a cabo la eliminación total del arbolado en una o más áreas de la plantación con el fin de erradicar la plaga o enfermedad en un área determinada, éstas se denominan focos de infección debido a su condición. Los árboles derribados y el material secundario (ramas y ramillas) se deben de tratar en el sitio.

En caso de ser necesario el uso del control biológico, será necesario hacer una evaluación sobre los riesgos que puede presentar su uso. Asimismo, en caso de ser necesario el empleo de insecticidas o fungicidas, se deberán seguir las recomendaciones sobre su empleo en cuanto a la concentración adecuada, el método de aplicación y en general el manejo de las sustancias. Es importante señalar que se deberá hacer una correcta disposición de los envases y los materiales asociados al uso de los pesticidas para evitar contaminar el suelo y el agua.

Cabe mencionar que si se detecta una o más plagas o enfermedades será necesario dar aviso a la SEMARNAT en cumplimiento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

XII.- Bibliografía

- Alvarado, R. D., Saavedra, R. L. de L., Almaraz, S. A., Tlapal, B. B., Trejo, R. O., Davidson, J. M., Kliejunas, J. T., Oak, S. W., O'Brien, J. G., Orozco,T. F., y Quiroz, R. D. 2007. Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (Quercus, Fagacaeae) en el centro-oeste de México. Polibotánica 23: 1-21.
- Alvarado, R. D., Saavedra, R. L. de L y Almaraz, S. A. 2008. First report of *Phytophthora cinnamomi* Rands. Associated with oak (*Quercus* spp.) In Tecoanapa, Guerrero, México. Agrociencia 42: 565-572.
- Bello, G. M. A. y Labat, J. N. 1987. Los encinos (Quercus) del estado de Michoacán, México, INIFAP. CAMCA. Cuaderno de Estudios Michoacanos. Serie 11-9. México. 98 p.
- Challenger A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre, S.C., México, D.F.
  Chet I & Ibar J. 1994. Biological control of fungal pathogens. Applied Biochemistry & Biotechnology 48: 37-43.
- Don Juan, M. B. 2019. Efectividad biológica de *Trichoderma* spp. Platica informativa, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Gómez, C. M., Bello, M.A., y Madrigal, S. X. 1993. Patrón general de distribución de los encinos en la región Centro-Occidente de Guerrero. In: Sociedad Mexicana de Recursos Forestales (ed). I Congrego Mexicano sobre Recursos Forestales. Saltillo, Coah. pp: 8.
- Kliejunas, J. 2005. Oak decline investigations in Mexico. A cooperative effort. USDA Forest Service, Forest Health Protection. Pacific Southwest Region, Vallejo. http://www.google.com.mx/ search?hl=es&site=Search&q=Oak+de cline+investigations+in+Mexico.+A+cooperative+effort.+USDA+Forest+S.
- Nixon, K.C. 1993. The genus Quercus in México. In: Ramamoorthly T; R.Bye; A. Lot and J. Fa (Eds). Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution. New York Oxford. Oxford University Press. pp: 447-458.
- Perry, K. P. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland Oregon, USA. 231 p.
- Reyes J. I., y J. E. Gama C. 1995. Revaloración de la importación de los encinos. In: Facultad de Ciencias Forestales-UANL (ed). Reporte Científico Número Especial. III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. 4-6 de noviembre, Linares, N. L. México. pp: 44-55.
- Tainter, F.H., J.G. O'Brien, A. Hernández, F. Orozco y O. Rebolledo. 2000. Phytophthora cinnamomi as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico. Plant Dis. 84(4):394-398.
- Toledo V.M. y Ordóñez M.J. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Eds. Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution, pp. 757-777, Oxford University Press, Nueva York.

- Zavala Ch., F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. Ciencia y Desarrollo. XVI (95):43-51.
- Zavala, Ch. F. 1995. Algunos efectos de los aprovechamientos forestales sobre la vegetación en el suroeste de Durango, con énfasis en encinos. In: Marroquín de la F. J. (ed). Memorias del III Seminario Nacional sobre utilización de encinos. Tomo I. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., pp: 220-223.
- Zavala C. F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Polibotánica 8: 47-64.

XIII. ANEXOS

IX.1 Formato para levantamiento de indicadores

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE PLANTAS POR CADA SITIO DE MUESTRO

Fecha (dd/mm/aa) _____

Entidad_____ Municipio_____ Loc _____

No. de polígono _____ Nombre del evaluador _____

No. de Unidad de muestreo	Estado físico de las plantas (No. de plantas por sitio)					
	Coordenadas (lat. – long.)	Número de plantas				
		vivas	muertas	sanas	vigorosas	reposición
TOTAL						
%						

CAUSAS DE MUERTE DE LAS PLANTAS

Sequía ( ) Pastoreo ( ) Incendio ( ) Vandalismo ( ) Helada ( ) Fauna nociva ( ) Plagas y/o enfermedades ( ) Competencia con vegetación ( ) Técnica inadecuada de plantación ( )
Otra (especificar) :

ACCIONES DE MANEJO RECOMENDADAS

Reposición de planta ( ) Cercado ( ) Apertura de brecha cortafuego ( ) Vigilancia ( ) Control de plagas y enfermedades ( ) Recajeteo ( ) Otras (especificar) :

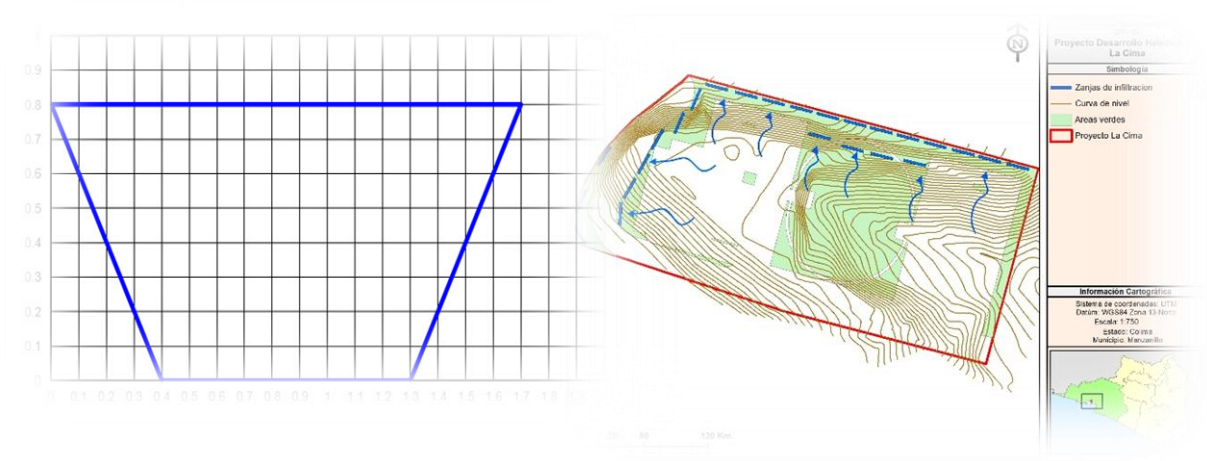
OBSERVACIONES GENERALES

_____
_____
Fotografías No._____

"PROYECTO DE DESARROLLO HABITACIONAL LA CIMA"

ANEXO D

PROGRAMA DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUA



Preparado para

Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.

CONTENIDO

I. Antecedentes 4
II. Objetivos 4
II.1 Objetivo General 4
II.2 Objetivos específicos 4
III. Metas 5
IV. Responsables del Desarrollo 5
V. Metodología 5
VI. Medidas específicas que se emplearán 8
VI.1 Cujalisnetas de manejo de escorrentías 8
VI.2 Zanja de infiltración. 11
VI.3 Fosas de sedimentación y disipadoras de energía. 15
VI.3.1 Fosas de sedimentación 15
VII. Punto de comprobación 16

Índice de Tablas

Tabla No.1. Precipitación máxima por año para la estación Manzanillo (Obs), clave 6018 6
Tabla No.2. Magnitudes de precipitación máximas (mm) según el periodo y duración estimada 7
Tabla No.3. Intensidades máximas (mm) según periodo y duración estimada 7
Tabla No.4. Especificaciones de construcción de la cuneta 9
Tabla No.5. Volumen y diseño de la cuneta 9
Tabla No.6. Verificación técnica del diseño 10
Tabla No.7. Valores del sitio del proyecto ingresado para estimar el coeficiente de escurrimiento. 12
Tabla No.8. Coeficiente de escorrentía y umbral de escorrentía del sitio del proyecto. 12
Tabla No.9. Parámetros para el diseño de las zanjas de infiltración 13
Tabla No.10.Especificaciones del canal de desvío a construir. 14
Tabla No.11.- Coordenadas UTM del punto central de las fosas de sedimentación 15
Tabla No.12.- Tasa de infiltración de acuerdo al grupo hidrológico del suelo 17
Tabla No.13. Cálculo de la capacidad de infiltración de la zanja trinchera 17
Tabla No.14. Comparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración las zanjas trincheras. 18

Índice de Ilustraciones

Ilustración No.1. Responsables de ejecución del programa. 5
Ilustración No.2. Proceso del diseño de las obras de infiltración (tomado Lemus Vera, Escuela Latinoamericana de Física de Suelos) 6
Ilustración No.3. Curva de duración intensidad-frecuencia para la estación Manzanillo. 8
Ilustración No.4. Parámetros de Diseño de la Cuenta 8
Ilustración No.4. Esquema de Diseño de la Cuentas. 9
Ilustración No.6. Ubicación de las canaletas de manejo de escorrentías. 11
Ilustración No.7 Diagrama de flujo para determinar las dimensiones de las zanjas de infiltración .. 13
Ilustración No.8 Diseño esquemático de una zanja de infiltración 14
Ilustración No.9. Detalle de la zanja de infiltración 14
Ilustración No.10. Ubicación las zanjas de infiltración 14
Ilustración No.11. Diseño de la fosa de sedimentación (ejemplo) 15
Ilustración No.12. Perfil de las fosas 16
Ilustración No.13. Funcionamiento de los reductores y fosa de sedimentación 16

I. Antecedentes

En el presente programa permitirá establecer las acciones encaminadas al control de los escurrimientos que se contemplan en el sitio del proyecto del fraccionamiento, en específico en las vialidades y terraplenes "**Proyecto Desarrollo Habitacional La Cima**" el cual forma parte de las medidas de prevención y mitigación del Documento Técnico Unificado-B sujeto a evaluación.

El Proyecto inmobiliario, implica el desarrollo de un proyecto habitacional en una superficie total del proyecto de 0.9749 ha, de las cuales 0.9308 ha son cubiertas por vegetación forestal, se concibe como un desarrollo vertical de carácter residencial que prioriza la funcionalidad, eficiencia espacial, seguridad estructural y calidad constructiva. El diseño se integra de manera armónica al polígono disponible, maximizando la orientación y ventilación natural de cada unidad, así como la eficiencia circulatoria tanto peatonal como vehicular.

Las aguas de lluvia se deben manejar prioritariamente a través de su control y conducción en lugares críticos, mediante la construcción y mantenimiento de obras de drenaje como cunetas, fosas de sedimentación, zanja de infiltración entre otras. Simultáneamente, se debe realizar una campaña de capacitación y difusión para desarrollar la conciencia de las personas relacionadas con el proyecto inmobiliario sobre la necesidad del manejo adecuado de los recursos hídricos y el medio ambiente.

Para garantizar el correcto manejo de las precipitaciones pluviales en el área de proyecto, especialmente en las vialidades, se construirán obras receptoras de las aguas de lluvia. De conformidad con lo anterior, se tiene contemplado la construcción de fosas de sedimentación y cunetas esto con la finalidad de tener un control de las aguas pluviales, que permitan evitar al máximo el arrastre de azolves a las partes bajas de la cuenca. A continuación, se describen las obras que se realizaran y su modo de operación.

II. Objetivos

II.1 Objetivo General

El programa tiene como objetivo principal garantizar el funcionamiento de las obras a construir para el manejo fluvial que pudiera llegar al área del proyecto, con la finalidad de reducir o evitar la afectación del componente ambiental hidrológico.

II.2 Objetivos específicos

- Asegurar la retención del suelo y materia orgánica en el área de cambio de cambio de uso de suelo forestal, mediante la construcción de obras para la conservación de suelos y agua, a fin de evitar la erosión pluvial.
- Disminuir la erosión potencial del predio a fin de compensar el incremento de la erosión potencial que se tiene con la ejecución del proyecto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que corresponde a la fase 1 del **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**.
- Fomentar la continuidad de los ciclos biológicos naturales para asegurar la permanencia de los bienes y servicios ambientales, mediante la conservación del suelo y por consiguiente favorecer la calidad del agua al retener los sedimentos y mantener la funcionalidad de los demás factores ambientales asociados al suelo.

- Favorecer el desarrollo de especies forestales y no forestales, mediante acciones de conservación y reforestación.
- Evitar la pérdida de suelos dentro del a través de cunetas sobre la vialidad a construir con el propósito de mantener protegida la obra durante la etapa de construcción.

III. Metas

- Construcción de 150 metros de cunetas
- Construcción de 25 zanjas de infiltración
- Construcción de 4 fosas de sedimentación

Se pretende construir 25 zanjas con las siguientes dimensiones

Longitud Zanjas De Infiltración	Base (M)	Altura (M)	Ancho Superior (M)	Talud Superior (Aguas Arriba)			Talud Inferior (Aguas Abajo)		
				1:Z	Angulo (Grados)	Longitud	1:Z	Angulo (Grados)	Longitud
8	0.60	0.40	1.0	0.5	26.565	0.894	0.5	26.565	0.894

IV. Responsables del Desarrollo

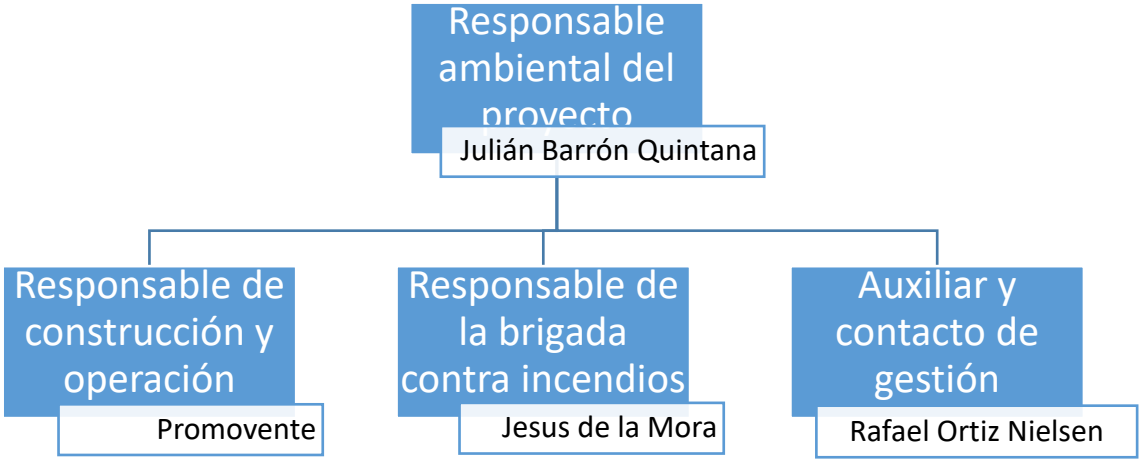


Ilustración No.1. Responsables de ejecución del programa.

V. Metodología

Para determinar las dimensiones de las obras a construir necesitamos hacer un análisis de las intensidades de la precipitación, para que con los datos estadísticos determine las medidas y forma de las diferentes obras del control de escurrimientos que es necesaria de acuerdo a las características meteorológicas del sitio, para esto se utilizó el programa "MAUCO" el cual es un sistema computarizado para el diseño de obras hidráulicas como cunetas y de canales de desviación, el cual considera tanto la información meteorológica de la estación más cercana para calcular la escorrentía como las condiciones del terreno.

El programa realiza un análisis de la información y estima las dimensiones de las obras a construir, con el objetivo de cumplir los objetivos planteados con las obras.

De acuerdo al manual del software “MAUCO” el diseño de las obras de conservación de suelo necesita el análisis de precipitaciones, que estime magnitudes e intensidades de precipitaciones en periodos de tiempo de retorno que inciden directamente en la dimensión de las obras a construir. Con esta información y el detalle de los datos de terreno se determina la escorrentía que deberá controlar cada obra de conservación, escorrentía crítica, tendiéndose que diseñar de esta manera la zanja de infiltración capaz de trasladarla o retenerla en parte. De manera general el proceso del diseño de las obras es el siguiente:

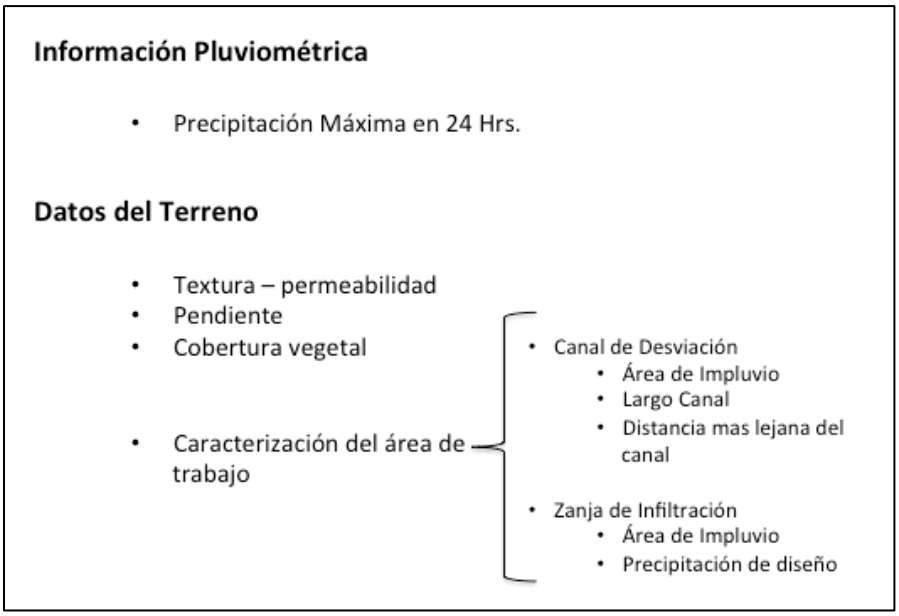


Ilustración No.2. Proceso del diseño de las obras de infiltración (tomado Lemus Vera, Escuela Latinoamericana de Física de Suelos)

Para el análisis de las precipitaciones se obtuvo la climatología diaria de la estación Manzanillo (OBS), clave 6018, de la CONAGUA de 24 años de datos (1997-2025) se procesaron aquellos que tuvieran series de datos completas, mismos que fueron introducidos al sistema del MAUCO, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla No.1. Precipitación máxima por año para la estación Manzanillo (Obs), clave 6018

Registro	Año	Precipitación
1	1997	134.7
2	1998	230.3
3	1999	259.5
4	2000	171
5	2001	65.9
6	2002	75.7
7	2003	83.2
8	2004	63.3
9	2008	123.5
10	2009	91.1
11	2010	117
12	2011	186.7

13	2013	171
14	2014	187.1
15	2015	162.1
16	2017	116.6
17	2018	80.4
18	2019	150
19	2020	290.3
20	2021	220.6
21	2022	128.7
22	2023	113.2
23	2024	133.2
24	2025	154.6
Número de registros		24
Promedio		146.24
Desviación estándar		60.67

Para el análisis de precipitaciones, la información básica es un registro anual de máximas precipitaciones en 24 horas (X_2, X_2,X_3…..X_n), el valor es de entrada para el estudio de lluvias asociadas a un periodo de retorno, utilizándose la distribución de valores extremos o Gumbel, comúnmente usada para análisis de frecuencia de variables hidrológicas, este análisis se obtuvo la siguiente información.

Tabla No.2. Magnitudes de precipitación máximas (mm) según el periodo y duración estimada

Tiempo	5	10	15	30	45	60	120	24 Horas
Coef. De Duración	0.26	0.4	0.53	0.7	0.86	1	1.41	4.9
Periodo de retorno								
2	8.01	12.32	16.32	21.55	26.48	30.79	43.41	150.87
5	11.72	18.03	23.89	31.55	38.76	45.07	63.55	220.84
10	14.18	21.81	28.90	38.17	46.89	54.52	76.88	267.16
15	15.56	23.94	31.72	41.90	51.48	59.86	84.40	293.30
20	16.53	25.44	33.70	44.51	54.69	63.59	89.66	311.60

Tabla No.3. Intensidades máximas (mm) según periodo y duración estimada

Tiempo	5	10	15	30	45	60	120	24 Horas
Coef. De Duración	0.26	0.4	0.53	0.7	0.86	1	1.4	4.9
Periodo de retorno								
2	96.07	73.90	65.28	43.11	35.31	30.79	21.71	150.87
5	140.62	108.17	95.55	63.10	51.68	45.07	31.77	220.84
10	170.11	130.86	115.59	76.33	62.52	54.52	38.44	267.16
15	186.75	143.66	126.90	83.80	68.64	59.86	42.20	293.30
20	198.41	152.62	134.81	89.03	72.92	63.59	44.83	311.60

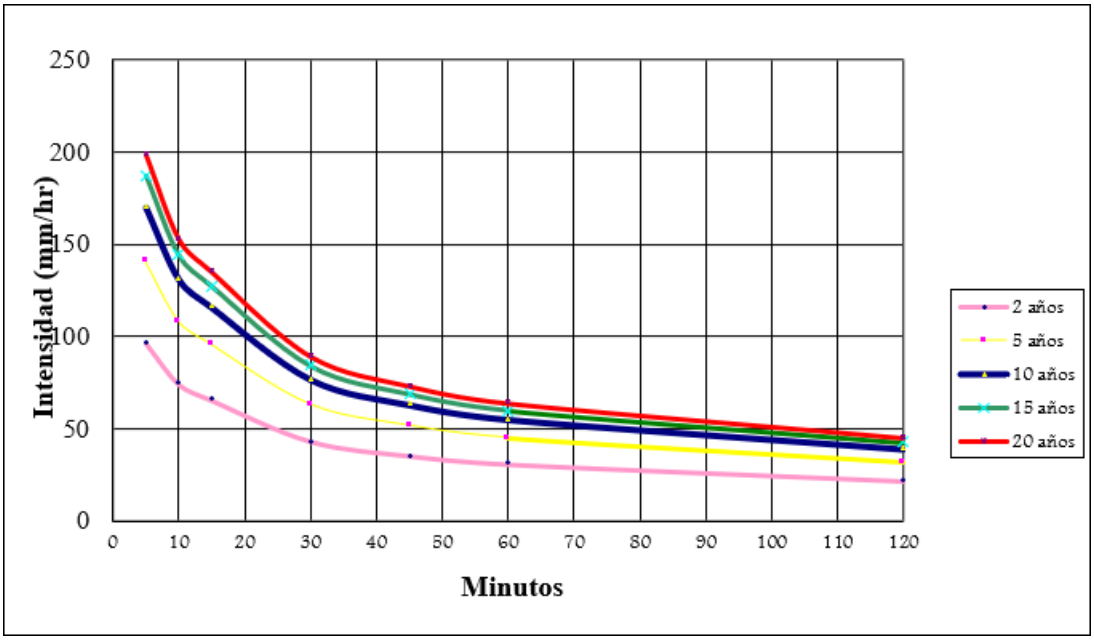


Ilustración No.3. Curva de duración intensidad-frecuencia para la estación Manzanillo.

VI. Medidas específicas que se emplearán

VI.1 Cunetas de manejo de escorrentías

Son obras que se ubican en la pata del talud en la vialidad interna del proyecto, esto con la finalidad de conducir y transportar los excesos de agua pluvial hacia la parte exterior del proyecto, pasando por las fosas de sedimentación para evitar el arrastre de material fino o de otros materiales productos de la explotación a las partes bajas de la cuenca.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA

CALCULO ARE MINIMA

Material	Velocidad media en metros por segundo
Suelo Arenoso mus suelto	0.3 - 0.45
Arena gruesa o suelo arenoso suelto	0.45 - 0.6
Suelo arenoso promedio	0.6-0.75
Suelo franci arenoso	0.75 - 0.83
Suelo franco de aluvión o ceniza volcánica	0.83-0.9
Suelo franco pesado o franco arcilloso	0.9-1.2
Suelo arcilloso o cascajoso	1.2-1.5
Conclomerado, cascojo cementado, pizarra	
blanda, hard pan, roca sedimentaria blanda	1.8-2.4
Roca dura	3-4.5
Hormigon	4.5-6

Velocidad máxima permitida	0.9
AREA MINIMA DE DISEÑO	

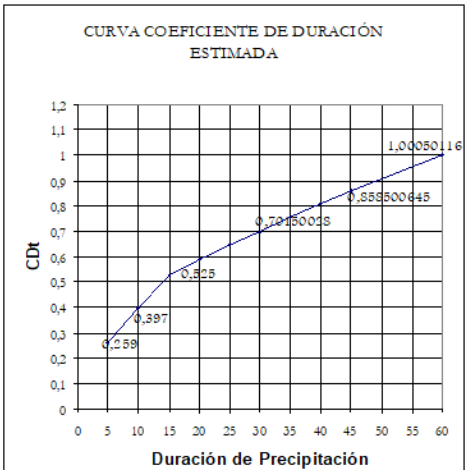
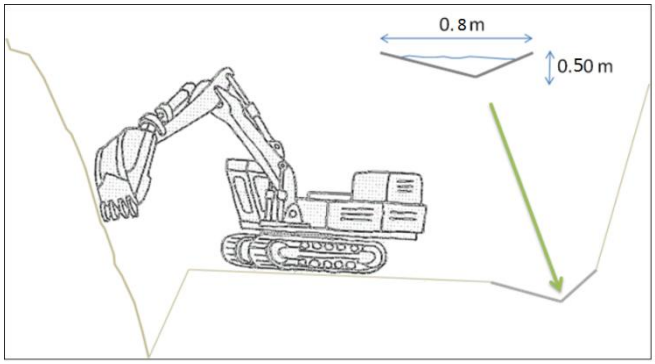


Ilustración No.4. Parámetros de Diseño de la Cuenta

La forma de la cuneta será tipo trapezoidal y para su construcción será necesario realizar una excavación para la conformación de las zanjas que darán forma a las cunetas,

posteriormente se deberá de compactar el suelo al 95 % (MVSM) con material rocoso de la estructura geológica de la zona, con la finalidad de evitar el desgaste de las obras y garantizar una vida útil mayor. Las cunetas estarán ubicadas las vialidades, se estima que la longitud total de estas obras será de 150 m. Las bases de diseño y las dimensiones de la cuneta fueron simulados en el sistema MAUCO en el cual se asignaron las variables de la precipitación máxima en 24 horas, las condiciones topográficas del sitio así como el área de aporte de los escurrimientos, cabe mencionar que el área fue considerada la máxima a tener en el sitio del proyecto, con lo cual se da seguridad para el resto de las cunetas y el resumen de las medidas son las siguientes:



Gasto	=	0.1985	M3/seg
Coeficiente de rug.	=	0.035	
Pendiente	=	5	%
Tirante	=	0.6	m
Ancho superior	=	0.66	m
Ancho inferior		0.3	m

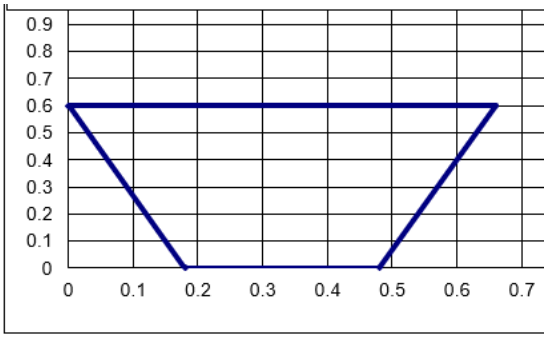
Ilustración No.5. Esquema de Diseño de la Cuentas.

Tabla No.4. Especificaciones de construcción de la cuneta

Longitud de cuenta	Base (m)	Altura (m)	**Ancho Superior (m)**	**Talud superior (aguas arriba)**			**Talud Inferior (aguas abajo)**		
				1:Z	Angulo (grados)	Longitud	1:Z	Angulo (grados)	Longitud
150	0.30	0.600	0.66	0.30	16.699	0.626	0.30	16.699	0.626

Tabla No.5. Volumen y diseño de la cuneta

Area de la cuneta Sección Transversal (m2)	0.2880
Volumen Canal de desviación (m3)	43.20
Radio Hidráulico	0.18



Las canaletas son obras de drenaje pluvial, cuya función es la de evitar que el agua de escorrentía durante un evento de precipitación incremente el riesgo de deslave o derrumbe. Si es necesario, se construirán fosas de sedimentación para reducir la velocidad del agua, y el revestimiento, ya sea con piedra o geomembrana para reducir la erosión y generación de sedimentos.

Las cunetas dirigirán sus descargas hacia una pileta de asentamiento (fosa de sedimentación), la cual se estará limpiando constantemente para que siempre tenga capacidad de almacenamiento y de retención de los sólidos que pueden llegar a ellas.

CALCULO CARACTERITICAS DE LA CUNETA

$$Q = \frac{1}{n} a r^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{n} r^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

Valores de **n** para formula de Manning

Valores de n Canales y zanjas	**Condicion de Paredes**		
En tierras, alineados y uniformes	0.02	0.0225	0.025
en rocas lisos y uniformes	0.03	0.033	0.035
Sinuosos y de escurrimeinto lento	0.025	0.0275	0.03
Dragados en tierra	0.0275	0.03	0.033
Con lecho pedregoso y bordes de tierra enhierbados	0.03	0.035	0.04
Fondo (plantilla de tierra, taludes asperos	0.03	0.033	0.035

n (canal propuesto; valor según tabla))	0.035
Pendiente de la cuneta (%)	5

Consideraciones del proyecto con respecto a la hidrología

- El proyecto no afecta de manera directa a la hidrología superficial al no afectar algún tipo de cauce.
- Los cauces más próximos son de primer orden y temporales, donde solamente llevan agua durante unas cuantas horas después de las lluvias
- El diseño del proyecto evitara cualquier acarreo de sedimentos fuera del sitio del proyecto, concentrando estos hacia las fosas de sedimentación.
- La importancia geohidrológica es de media a pequeña y por las condiciones topográficas del proyecto corresponde a una importancia pequeña al no ser de manera directa un sitio de recarga del acuífero

Tabla No.6. Verificación técnica del diseño

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS		CARACTERÍSTICA CANAL DISEÑADO		CONTROL	COMPROBACIÓN DE CONDICIONANTES TÉCNICAS		
Area Minima (Q/V) Q (esc.crítica) : V (vel. Max. Permitida)	0.221	Area de diseño	0.288	ACEPTADO	Area **Mínima** 0.221	<	Area de Diseño
Q (esc.crítica) Caudal minimo del canal	0.1985	Q caudal estimado	0.5984	ACEPTADO	Escorrentía Crítica **(Mínima)**	<	Q caudal estimado
Máxima Velocidad permitida (segu Tabla)	0.9	V : Velocidad estimada	0.800	ACEPTADO	**Máxima** Velocidad (Vmax)	>	V:velocidad estimada

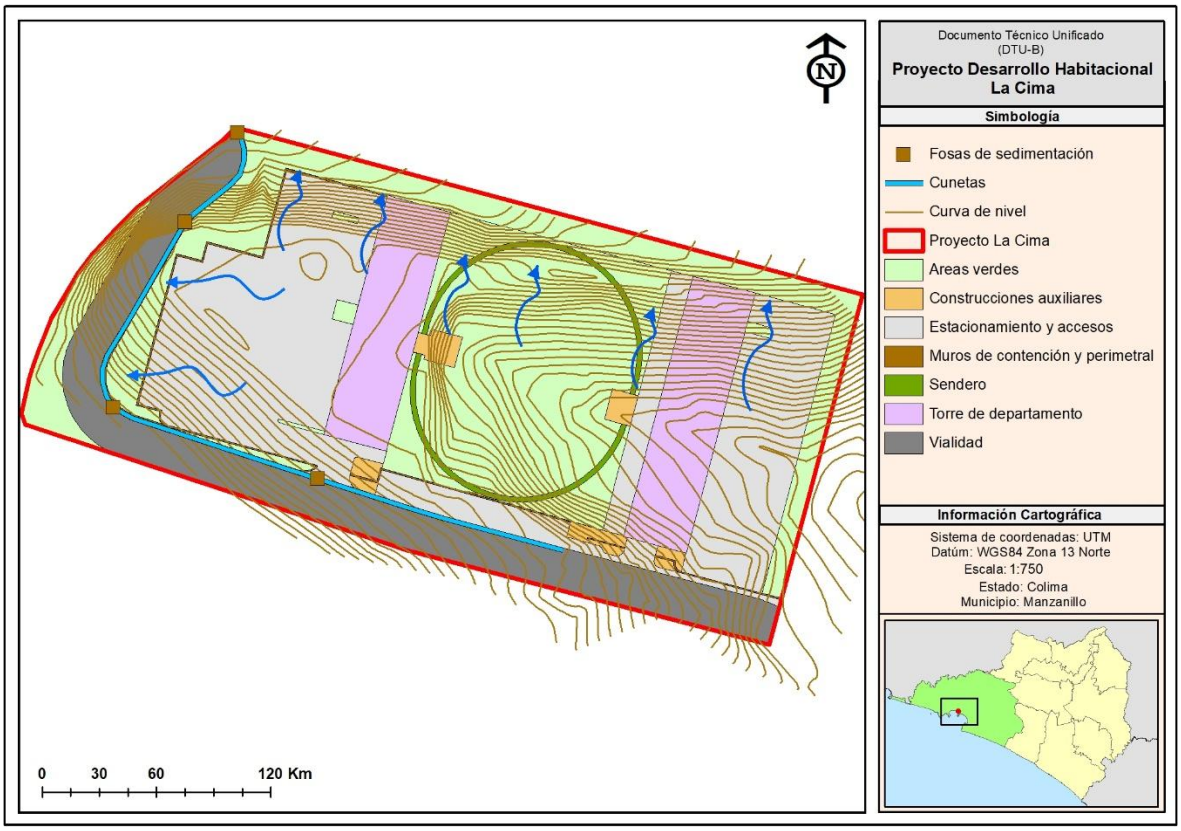


Ilustración No.6. Ubicación de las canaletas de manejo de escorrentías.

VI.2 Zanja de infiltración.

Antes de iniciar las actividades de despalme y extracción, se habilitarán zanjas de infiltración para captar el drenaje pluvial, para limitar y controlar el flujo del agua de tormentas que conduzcan aguas dentro del proyecto. Las zanjas de infiltración se han diseñado para soportar gastos generados por un evento extraordinario de tormenta de 24 horas para un periodo de retorno de 10 años. Estas zanjas estarán construidas de tal modo, que sean funcionales, tanto durante la operación del proyecto. Las salidas de estas obras estarán ubicadas lejos de las actividades del proyecto y se descargarán fuera del lugar, en un drenaje existente.

Estas obras de drenaje tienen por finalidad reducir el aporte de sedimentos fuera del proyecto y el captar e infiltrar el 100% de los escurrimientos que se manejen en las 0.9749 ha en las áreas del proyecto, reducir el arrastre potencial de partículas de suelo, controlar el arrastre de sedimentos hacia las instalaciones de control de sedimentos (fosas de sedimentación) y asegurar la estabilidad física del proyecto.

Se determinó la necesidad de construcción de 25 zanjas de infiltración en el área aguas abajo del proyecto, en la zona baja del mismo con fin de que los escurrimientos aguas arriba sean manejados y conducidos hacia el cauce más cercano, para el diseño del canal que cumpla con la necesidad de concentrar y controlar las escorrentías a obtener aguas arriba

del proyecto, es decir las aportaciones que pudiera recibir el sitio del proyecto de las zonas contiguas, se realizó el diseño de las mismas con las especificaciones técnicas necesarias para el manejo de la cantidad de agua se procedió a calcularlo con los datos de precipitación detallada en el punto anterior, conforme se describe a continuación.

1. Determinación del cálculo del coeficiente de escorrentía en el área de aportación hacia el sitio del proyecto, la cual es una zona forestal con vegetación de bosque de encino y selva mediana subcaducifolia (factor C), se utilizó una la tabla que considera la cobertura, el tipo de suelo y la pendiente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla No.7. Valores del sitio del proyecto ingresado para estimar el coeficiente de escurrimiento.

Tipo de vegetación	Código		TRATAMIENTO	
Barbecho	1		C	1
Cultivos alineados	2			
Cultivos no alineados, o con				
surcos pequeños o mal definidos	3			
Cultivos densos de leguminosas				
o prados en alternancia	4		**Ingresar Valor**	1
Pastizales o pastos naturales	5			
Pastizales	6		**Condición Hidrológica**	
Prados permanentes	7		Pobres	1
Matorral-herbazal, siendo el			Regulares	2
matorral preponderante	8		Buenas	3
Combinación de arbolado y				
herbazal, cultivos agrícolas leñosos	9			
Montes con pastos			**Ingresar Valor**	**2**
(aprovechamientos silvopastorales)	10			
Bosques	11			
Caseríos	12		**Tipo de Suelo**	
Caminos en tierra	13		A	1
Caminos con firme	14		B	2
Ingresar Valor	**5**		C	3
			D	4
Precipitación de Diseño (Pd) :	**54.52**		**Ingresar Valor**	**2**

2. Una vez introducidos los datos del terreno el software calcula el umbral de escurrimiento (precipitación en la cual se presenta escurrimiento) y el coeficiente de escurrimiento, que se muestra en la siguiente tabla

Tabla No.8. Coeficiente de escorrentía y umbral de escorrentía del sitio del proyecto.

Umbral de Escorrentía (Po) :	22.8
Coeficiente de escorrentía **:**	**0.13**

3. Una vez calculada la intensidad de precipitación de diseño y el coeficiente de escurrimiento se precedió a determinar las dimensiones de las zanjas de infiltración considerando la necesidad de aumentar la infiltración como medida de compensación del proyecto de CUSTF, el proceso realizado fue el que se muestra en la siguiente ilustración dentro del software "MAUCO".

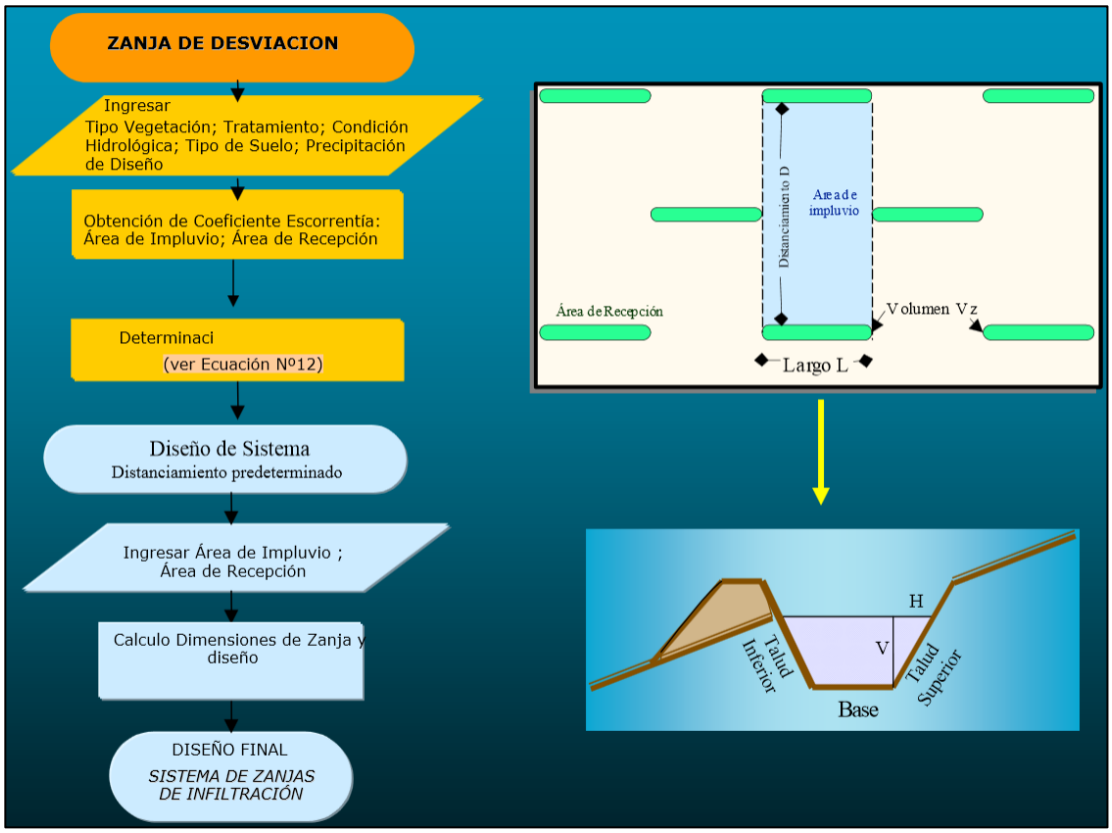


Ilustración No.7 Diagrama de flujo para determinar las dimensiones de las zanjas de infiltración

Datos de entrada para el diseño de las zanjas de infiltración

Tabla No.9. Parámetros para el diseño de las zanjas de infiltración

Determinación Máxima Intensidad en 1 hora	
Ingresar Periodo de Retorno	10
Max PP 1 hora.	54.52

Distanciamiento entre Zanjas (m)	30

Largo de Zanjas (m)	8

Precipitación de diseño (mm)	73.11

INGRESAR COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

(Ver Calculo de Escorrentía)

CI: Área de Impluvio	0.13

CR: Área de Recepción	0.1

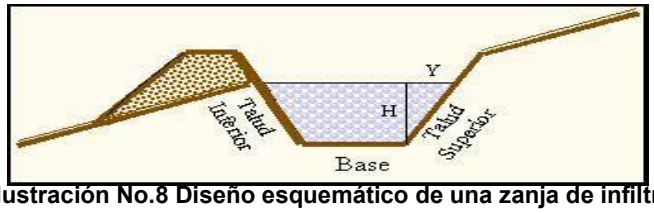


Ilustración No.8 Diseño esquemático de una zanja de infiltración

4. Diseño de la zanja de infiltración una obtenido el área mínima, del canal se diseñó la zanja que cumpla con las especificaciones área de diseño y el caudal estimado, con estas tres especificaciones a considerar se propone una zanja en forma trapezoidal con los siguientes parámetros:

Tabla No.10.Especificaciones del canal de desvío a construir.

Longitud Canal de Desviación	Base (m)	Altura (m)	Ancho Superior (m)	Talud superior (aguas arriba)			Talud Inferior (aguas abajo)		
				1:Z	Angulo (grados)	Longitud	1:Z	Angulo (grados)	Longitud
8	0.60	0.40	1.00	0.5	26.565	0.894	0.5	26.565	0.894

Área Zanja de Desviación Sección Transversal (m2)	0.64
Volumen Zanja de desviación (m3)	5.12

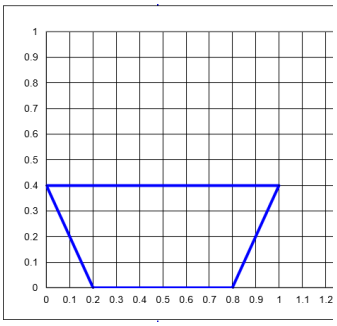


Ilustración No.9. Detalle de la zanja de infiltración

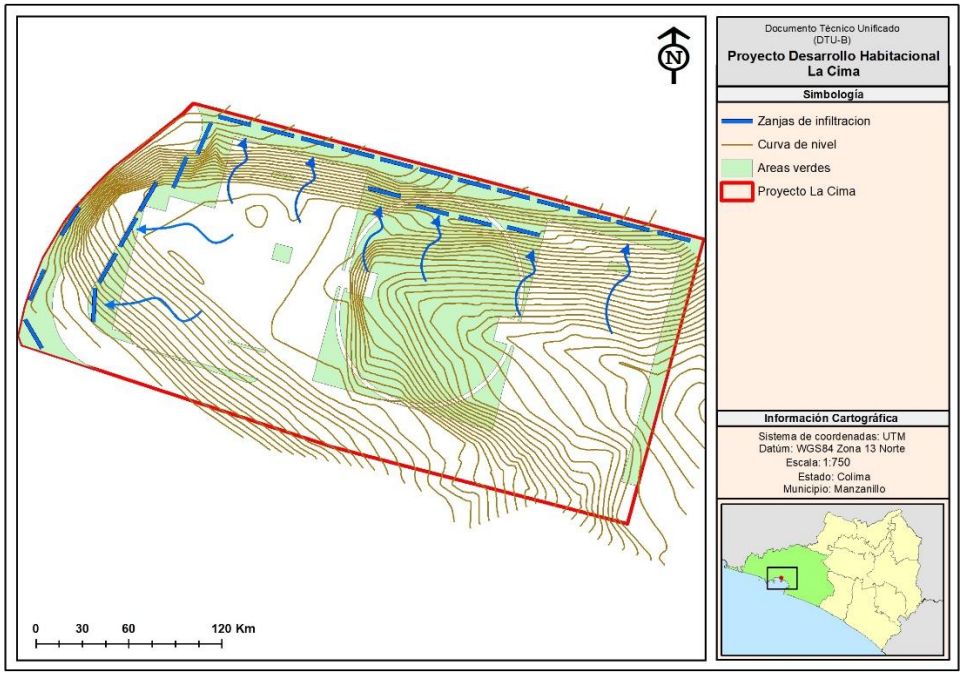


Ilustración No.10. Ubicación las zanjas de infiltración

VI.3 Fosas de sedimentación y disipadoras de energía.

Para captar y conducir el agua de a través de las cunetas y las fosas de sedimentación y en general de las estructuras que conduzcan agua durante los eventos de precipitación en el área del proyecto, se habilitarán fosas de sedimentación, con la finalidad de reducir la velocidad del agua y captar los sedimentos que se pudieran acarrear, lo que permitirá que posteriormente esos escurrimientos lleguen a los arroyos cercanos con la menor cantidad posible de sedimentos.

De acuerdo con estas características se tiene planeado habilitar una serie fosas de sedimentación en el área del proyecto, ubicadas estratégicamente y que en un momento dado durante la operación se podrán habilitar las que sean necesarias. Este tipo de estructuras ha sido ampliamente utilizado con buenos resultados por empresas de la región.

VI.3.1 Fosas de sedimentación

De acuerdo con el sistema de explotación y la conformación de las bermas, se tiene definido un sistema de circulación del drenaje pluvial para ser canalizado a una fosa de sedimentación, mediante una pendiente moderada en las bermas, que permita que al tener una precipitación se canalicen las aguas hacia dicha fosa de sedimentación ubicada estratégicamente para que cumpla la función de retener los sedimentos que pueden acarrearse y disminuir la velocidad del agua.

La fosa de sedimentación tiene las siguientes medidas 0.5 metros de ancho, 1.5 metros de largo y 0.5 metro de profundo y se habilitará con un tractor y cargador frontal, dejando las paredes de la fosa de manera natural, por lo que no se requerirá de obra civil.

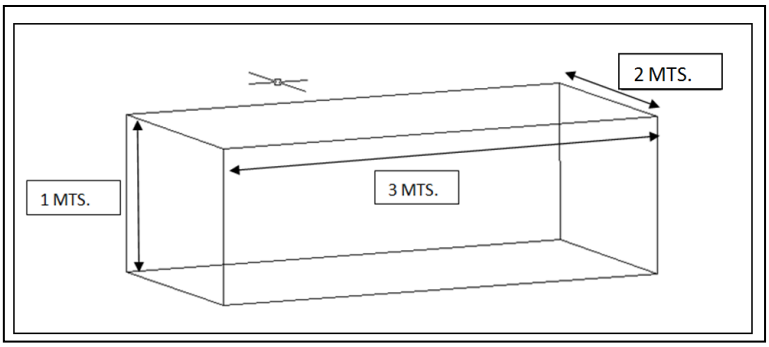


Ilustración No.11. Diseño de la fosa de sedimentación (ejemplo)

Tabla No.11.- Coordenadas UTM del punto central de las fosas de sedimentación

No.	X	Y
1	568263	2113740
2	568253	2113723
3	568240	2113688
4	568279	2113674

Las fosas de sedimentación serán de 0.375 m^3 de capacidad (0.5x1.5x0.5) y se pretende realizarlas con maquinaria tipo retroexcavadora y con paredes del material geológico existente, en los sitios de estos escurrimientos con el propósito de controlar el posible acarreo de azolve.

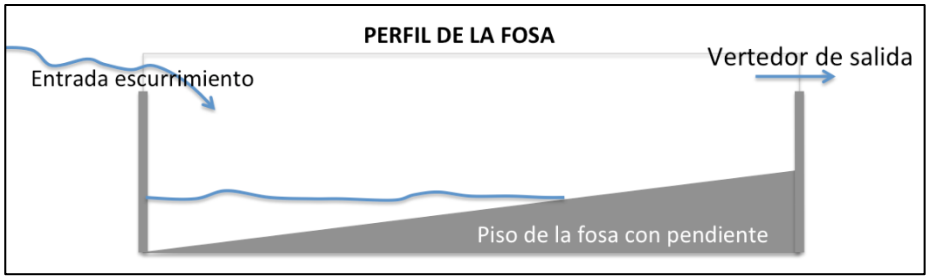


Ilustración No.12. Perfil de las fosas

Medidas de mitigación a considerar

Considerando las condiciones generales del sitio del proyecto podemos mencionar las siguientes medidas de mitigación y preventivas que inciden de manera directa o indirecta en la hidrología del sitio del proyecto:

- Como medida de mitigación, el proyecto contempla un diseño urbano que a través de cunetas conducirá el agua y escurrimientos interiores del sitio del proyecto y con la implementación de fosas de sedimentación se estará evitando de esta manera la aportación de sólidos hacia fuera del sitio del proyecto, siendo esta forma la principal medida que evitará la afectación de la hidrología en su conjunto.
- En la vialidad y en el camino de acceso se construirán cunetas para el manejo de la precipitación y su canalización hacia las fosas de sedimentación, que como se ha mencionado esto manejará las escorrentías y reducirá la erosión en canalillos evitando la aportación de azolves hacia el exterior del sitio del proyecto.

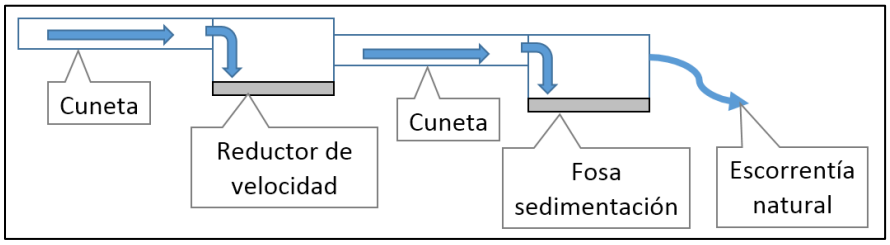


Ilustración No.13. Funcionamiento de los reductores y fosa de sedimentación

VII. Punto de comprobación

Con lo anterior, se considera una medida que mitiga los niveles de erosión a generar por la pérdida potencial de suelo por la erosión hídrica con el desmonte.

Estas obras y/o acciones tienen por objetivo, compensar los impactos a generar por el CUSTF en la erosión hídrica y en la infiltración de agua, partiendo de la necesidad de compensar ambientalmente por la erosión a aumentar y de la infiltración que se dejaría de inducir por el proyecto, mismos que se identificaron y cuantificaron en el capítulo VI de este DTU.

Tabla No.12.- Tasa de infiltración de acuerdo al grupo hidrológico del suelo

Grupo hidrológico del suelo	Tasa de infiltración (cm/hora)	Textura del suelo	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS
A	4.14	Gravas limosas	GM - grava limosa
		Gravas arenosas	SW -, arena fina a gruesa.
		Arenas	SW - Arena bien graduada
A	**2.03**	**Arenas**	**SP - Arena pobremente graduada**
		Arena-arcillosa	
		Arcillosa-arenosa	
B	1.14		SM - arenas limosas, arenas arenosas de gravosa
B	0.76	Franco, franco limosa	MH - limos micáceos, limos diatomáceos, cenizas volcánicas
C	0.51	Franco arcilloso-arenoso	ML - limos, arenas muy finas, arenas finas limosas o arcillosas
D	0.15	Franco arenoso	GC - gravas arcillosas, gravas arenosas arcillosas
		Franco-arcilla-limosa	SC - arenas arcillosas, arenas arenosas arcillosas
		Arcilla arenosa	CL - arcillas de baja plasticidad, arcillas arenosas o limosas
		Arcillo limosa	OL - limos orgánicos y arcillas de baja plasticidad
		Arcilla	CH - arcillas altamente plásticas y arcillas arenosas
		Limos	OH - limos orgánicos y arcillas de alta plasticidad

Fuente: References: Clapp, R. B., and George M. Hornberger. 1978. Empirical equations for some soil hydraulic properties. Water Resources Research. 14:4:601–604; Moynihan, K., and Vasconcelos, J. 2014. SWMM Modeling of a Rural Watershed in the Lower Coastal Plains of the United States. Journal of Water Management Modeling. C372; Rawls, W.J., D. Gimenez, and R. Grossman. 1998. Use of soil texture, bulk density and slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity Transactions of the ASAE. VOL. 41(4): 983-988; Saxton, K.E., and W. J. Rawls. 2005. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Science Society of America Journal. 70:5:1569-1578.

La zanja de infiltración tendrá una capacidad de infiltración **será de 1,096.20 m^3,** para la determinación de este dato se realizó un análisis considerando la tasa de infiltración por grupo hidrológico, considerando un suelo A, esto conforme al estudio de geotécnico y mecánica de suelos realizado, donde determina el suelo como arena graduada, por lo que corresponde una tasa de infiltración de 2.03 cm/hora. Esta tasa es consistente con la tasa de infiltración provista para el extremo inferior de los suelos del Grupo A del suelo hidrológico en el Estándar de prácticas de conservación del Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin: Evaluación del sitio para la infiltración de aguas pluviales.

Tabla No.13. Cálculo de la capacidad de infiltración de la zanja trinchera

Parámetro	Unidad	Cantidad
Altura	m	0.4
Ancho superior	m	8
Largo	m	1
Área de la zanja	**m^2**	**8**
Tasa de infiltración		

Parámetro	Unidad	Cantidad
Tasa de infiltración [1]	mm/hr	20.3
Infiltración = Área X tasa	m^3/hr/m	0.1624
Longitud de la zanja	m	25
Volumen de infiltración de la zanja	**m^3/hr**	**4.06**
Tiempo de infiltración		
Número de días con lluvia	Días	54
Horas	Horas/día	5
Tiempo de infiltración	**Horas**	**270**
Capacidad del volumen de infiltración	**m^3**	**1,096.20**

Nota: 1) Número de días lluvias se obtuvo de la normal climatológica de la estación meteorológica Manzanillo (6018).

Tabla No.14. Comparativo de la disminución de la infiltración vs capacidad de infiltración las zanjas trincheras.

Disminución de la infiltración (m^3/Año)	Capacidad De Diseño De Las Zanjas Trincheras (m^3/Año)
751	1,096.2

“PROYECTO DE DESARROLLO HABITACIONAL LA CIMA”

ANEXO E

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS



Elaborado para

Dynamica Desarrollos Sustentables S.A. de C.V.

CONTENIDO

I. Glosario 4
II. Disposiciones Legales 4
II.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 4
II.2. Ley General Para La Gestión Integral De Los Residuos (LGPGIR) 5
II.3. Reglamento de la LGPGIR 6
II.1. Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima 6
III. Plan De Manejo De Residuos 7
III.1. Antecedentes 7
III.2. Objetivo del plan de manejo de residuos: 7
III.3. Generación, manejo y disposición de Residuos del proyecto 8
III.3.1 Proceso 8
IV. Emergencias 16
V. Indicadores de seguimiento 17
VI. Referencias 17

Índice de Tablas

Tabla 1. Cronograma General de Trabajo..... 10
Tabla 2. Propuesta de bitácora de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. 15
Tabla 3. Residuos peligrosos que se generaran en el proyecto.**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 4. Personal necesario para la implementación del manejo de los residuos. 16
Tabla 5. Materiales y equipo necesario para la implementación del manejo de los residuos. 16
Tabla 6. Indicadores de seguimiento del Programa. 17
Anexo 7 Ejemplo de Información que debe contener la Bitácora. 19

Índice de Ilustraciones

Figura 1. Residuos a generar por el proyecto 8
Figura 2.Uso del suelo y vegetación (elaboración propia) en el área del proyecto. 10
Figura 3. Ejemplo de sanitarios portátiles que serán usado en el proyecto. 13
Figura 4. Protocolo general de manejo de residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos. 14

I. Glosario

Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (LGPGIR).

Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (LGPGIR).

Restauración forestal: El conjunto de actividades tendentes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución (NOM-157-SEMARNAT-2007).

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

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley (LGPGIR).

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

Separación magnética: Proceso físico que utiliza las características magnéticas del mineral para que se adhiera a los tambores o superficies magnetizadas. No se modifica el mineral (NOM-157-SEMARNAT-2007).

Suelo vegetal: la capa superior del suelo es la capa superior o más externa del suelo, por lo general, de 5 pulgadas (13 cm) a 10 pulgadas (25 cm). Tiene la mayor concentración de materia orgánica y microorganismos y es donde ocurre la mayor parte de la actividad biológica del suelo de la Tierra. La capa superficial del suelo está compuesta de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire.

II. Disposiciones Legales

II.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

ARTÍCULO 108.- Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan:

IV.- La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes.

II.2. Ley General Para La Gestión Integral De Los Residuos (LGPGIR)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Artículo 5 de la LGPGIR, señala que se entiende por:

X. **Gestión Integral de Residuos**: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

XXI. **Plan de Manejo:** Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno

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

XXXII. **Residuos Peligrosos**: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

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

De acuerdo con el Artículo 7 es facultad de la Federación:

> II. Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para **regular el manejo integral de los residuos peligrosos**, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación cuando ello ocurra;

Por su parte, el Artículo 9 señala las facultades de las Entidades Federativa, entre las que se encuentra:

i. **Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especia**l, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados.

El Artículo 10 establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos.

II.3. Reglamento de la LGPGIR

En el Título Tercero Residuos provenientes de la industria minero metalúrgica, el Artículo 32 enlista que residuos provenientes de los procesos metalúrgicos son de competencia federal. Además, el Artículo 33 señala que los residuos minero- metalúrgicos se manejarán a través de Planes de manejo, que elaboren los responsables del a generación. Estos planes contendrán:

> I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;
> II. Las actividades a realizar para el manejo integral de dichos residuos, incluyendo los requisitos de manejo ambiental, su gestión administrativa y su forma de verificación por parte de la Secretaría;
> III. La forma de aprovechamiento o valorización, cuando ésta sea posible, y
> IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

II.1. Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima

La Ley de los Residuos Sólidos del Estado de Colima, en su Artículo 1º señala que es de observancia en el Estado de Colima, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.
Para efectos de la Ley en su Artículo 3º señala que:

> XXIII. **Plan de manejo**: El instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos, cuyo objetivo es lograr la minimización de la generación de los residuos sólidos y la máxima valorización posible de materiales y subproductos contenidos en los mismos, bajo criterios de eficiencia ambiental, económica y social, así como para realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen.
>
> XXXIII. **Residuos de manejo especial**: Los que requieran sujetarse de planes de manejo específico con el propósito de seleccionarlos, acopiarlos, transportarlos,

aprovechar su valor o sujetarlos a tratamiento o disposición final de manera ambientalmente adecuada y controlada.

Sobre los residuos sólidos, el Artículo 21 indica que toda persona que genere residuos sólidos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección, o depositados en los contenedores o sitios autorizados para tal efecto por la autoridad competente.

En este mismo sentido, en el Artículo 24 señala que es responsabilidad de toda persona, física o moral, en el Estado de Colima, lo siguiente:

I. Separar, reducir y evitar la generación de los residuos sólidos.
III. Fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos sólidos.

Por su parte, el Artículo 32 establece que, los residuos de manejo especial estarán sujetos a planes de manejo conforme a las disposiciones que establezca esta Ley, su Reglamento y los ordenamientos jurídicos de carácter local y federal que al efecto se expidan para su manejo, tratamiento y disposición final. Los generadores de residuos de manejo especial deberán instrumentar planes de manejo, mismos que deberán ser autorizados por la Secretaría.

III. Plan De Manejo De Residuos

III.1. Antecedentes

El sector inmobiliario es uno de los sectores más dinámicos de la economía mexicana. El sector es una importante fuente generadora de ingresos al país, por encima del turismo, la industria eléctrica y electrónica y el petróleo. Sin embargo, la actividad tiene un alto potencial de impactar negativamente al medio ambiente, es así como una correcta gestión ambiental en los proyectos mineros se vuelve indispensable.

Ejecutar un proyecto productivo que genere empleos directos en la región rural de Cihuatlán, bajo un esquema sustentable, que involucre a las comunidades cercanas, al dueño del predio para un beneficio mutuo considerando los impactos ambientales a generar, proponiendo medidas de mitigación, compensación y restauración por la actividad extractiva del mineral de fierro y del cambio de uso de suelo forestal, que permita por un lado garantizar el que la sociedad cuente con este este recurso. siempre respetuosa de las leyes en México ha buscado realizar este proyecto bajo las autorizaciones ambientales, mismas que se detalla en este capítulo y los subsecuentes.

Objetivos del proyecto:

- Desarrollar un proyecto habitacional en concordancia con la normatividad ambiental, asentamientos humanos y económicamente viable.
- Formar parte de la oferta turística de la región de Manzanillo en el estado de Colima.
- Generación de empleo y desarrollo en la región.

III.2. Objetivo del plan de manejo de residuos:

El Programa de manejo de residuos tiene el objetivo general de programar las acciones y actividades para realizar la gestión integral de los residuos generados en el "**Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima**", ubicado en el municipio de Manzanillo, Colima. Y los siguientes objetivos particulares

- Realizar un manejo integral de los residuos peligrosos.
- Realizar un manejo integral de los residuos de manejo especial.
- Realizar un manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

De acuerdo con lo anterior, se procedió a elaborar el estudio (Documento Técnico Unificado) correspondiente para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental y en materia forestal. En dicho estudio se identificó que el **Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima** será generador de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, por lo tanto, se elaboró el presente Programa de manejo de residuos (PMR).

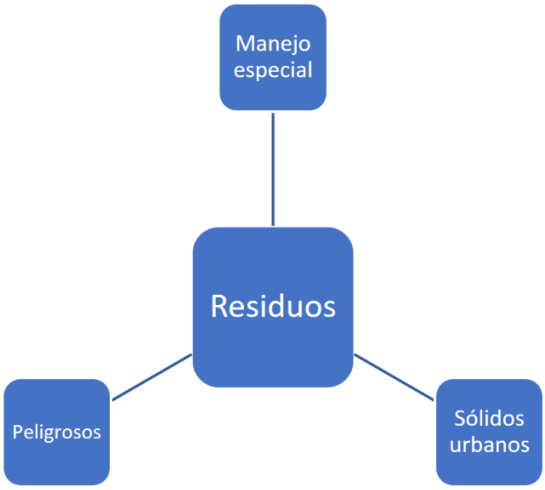


Figura No.1. Residuos a generar por el proyecto

III.3. Generación, manejo y disposición de Residuos del proyecto

III.3.1 Proceso

En este sentido, el Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima consiste en la urbanización y construcción de un desarrollo habitacional ubicado en Santiago, en el municipio de Manzanillo en el estado de Colima. El proyecto contempla una superficie total de **0.9749 ha**.

Se plantea un volumen arquitectónico contemporáneo, de líneas limpias, integrando materiales de bajo mantenimiento y alta durabilidad. La composición volumétrica se adapta a la topografía del terreno mediante la incorporación de **muros de contención** y una **planta baja técnica** que funciona como nivel de estacionamientos.

- **Número total de Departamentos:** 117 unidades
- **Distribución por tipo de unidad:**
  - 2 recámaras: 60% (70 unidades)
  - 1 recámara: 30% (35 unidades)

  - 3 recámaras: 10% (12 unidades)
- **Superficie por unidad:**
  - Tipo 1R: 60 m²
  - Tipo 2R: 90 m²
  - Tipo 3R: 125 m²
- **Elementos adicionales del proyecto:**
  - Dos casetas de acceso
  - Motivo de acceso principal
  - Barda perimetral
  - Muros de contención
  - Estacionamientos y áreas de servicio ubicados en planta baja (sótanos a nivel PB por topografía)

El proyecto se concibe como un desarrollo habitacional vertical moderno, seguro y eficiente, pensado para brindar calidad de vida a sus residentes mediante una correcta integración arquitectónica, estructural y urbana. La memoria aquí presentada resume la estrategia técnica y constructiva que garantiza el cumplimiento de normativas, durabilidad a largo plazo y una ejecución ordenada conforme a buenas prácticas profesionales.

Para el desarrollo del proyecto se contempla la construcción e instalación de la red de agua potable, drenaje y aguas pluviales; red eléctrica y alumbrado público; pavimentos, banquetas, machuelos, rampas y pasos peatonales; señalización; arbolado; así como la construcción del conjunto habitacional.

Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)

De acuerdo con el levantamiento forestal realizado para el sitio del proyecto, se identificaron dos (2) áreas, una con vegetación del tipo Selva Baja Caducifolia con una superficie de **0.9308 ha**, y otra con un uso de suelo de **camino** con una superficie de **0.0441 ha**. En el presente DTU-B se solicita la autorización de **CUSTF en 0.9308 ha.**

Tabla No.1 Uso del suelo y vegetación del polígono del proyecto.

Tipo de vegetación	Área (ha)	Porcentaje %
Camino existente	0.0441	4.52
Selva Baja Caducifolia	0.9308	95.48
Total	**0.9749**	**100**

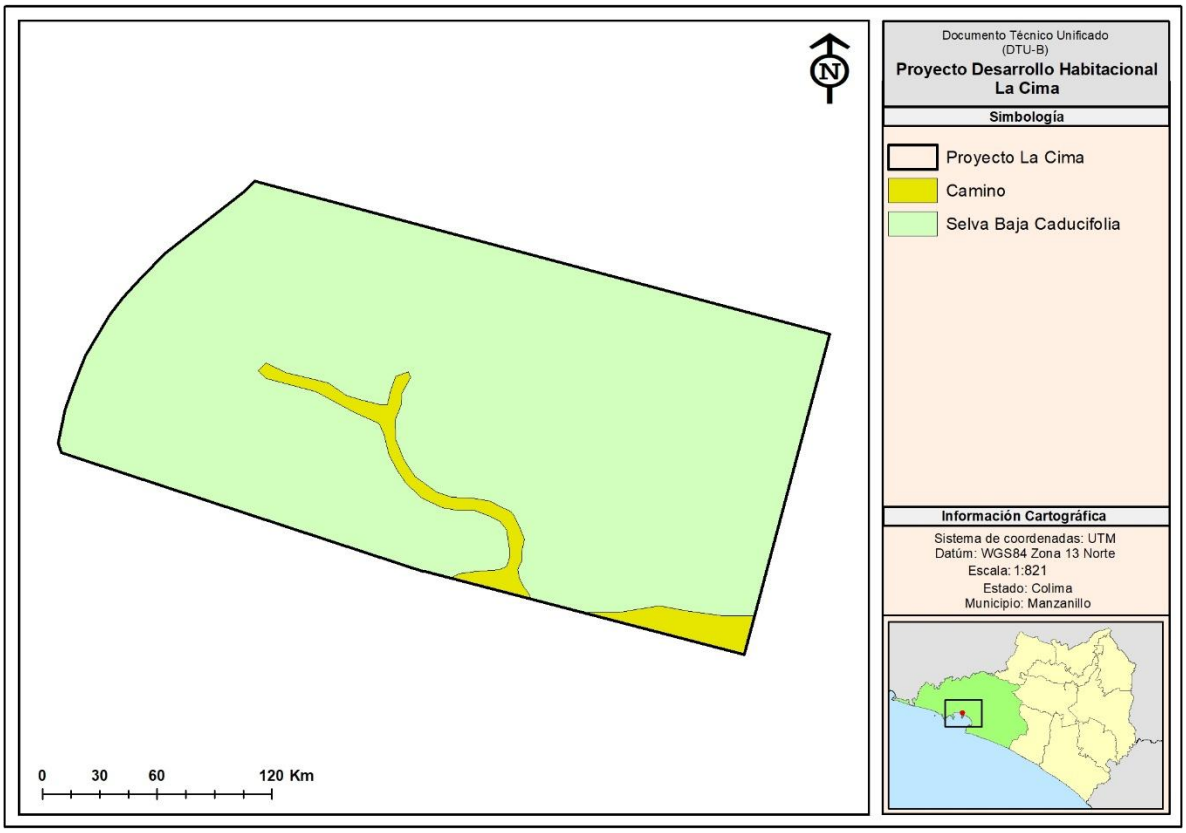


Figura No.2.Uso del suelo y vegetación (elaboración propia) en el área del proyecto.

En este sentido, el proyecto contempla actividades de preparación del terreno propias del cambio de uso de suelo de terrenos forestales, tales como la ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre, la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora, el desmonte, la remoción de vegetación y el despalme. El proyecto tiene considerado la ejecución de actividades de reforestación e implementación de obras para la conservación de agua y suelo en el mismo predio del proyecto, además de un predio de compensación ambiental adicional, el cual se localiza dentro de la misma subcuenca hidrológica, permitiendo con ello recuperar y mejorar los servicios ambientales que actualmente presta al ecosistema.

Tabla No.2 Cronograma General de Trabajo.

Cronograma Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
Preparación del sitio	Obras preliminares	Deslinde y señalización de áreas del proyecto												
		Limpieza de basura del terreno												

Cronograma Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
	Medidas de mitigación preventivas	Ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna												
		Ejecución del programa de rescate y reubicación de flora												
	Ejecución del cambio de uso de suelo de terrenos forestales	Derribo de vegetación												
		Despalme del suelo												
Etapa de Construcción	Trazo de obras de construcción de terracerías y plataformas	Trazo de las obras y edificaciones												
		Nivelación topográfica												
		Vialidades												
	Obras y actividades provisionales	Habilitación de bodega temporal de materiales												
		Comedor de trabajadores												
		Oficinas móviles												
		Sanitarios portátiles												
	Construcción y obra civil	Cimentaciones, excavaciones y cortes de terreno en vialidades y las torres de vivienda												
		Obras de servicios (agua, drenaje, energía eléctrica).												
		Construcción de obra civil de las torres												
		Instalaciones eléctricas, de alumbrado, de redes de datos, redes hidráulicas, de riego y sanitarias de conjunto.												
		Pavimentos de vialidades, estacionamientos y banquetas.												

Cronograma Proyecto de Desarrollo Habitacional La Cima														
Etapa General	**Sub-etapa**	**Actividad/Obra del proyecto**	**Semestre**										**Años**	
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**…**	**50**
		Señalética y mobiliario urbano.												
		Obras de acceso, administrativas, áreas verdes y recreativas												
Operación y mantenimiento	Comercialización	Comercialización y Ocupación de viviendas												
		Mantenimiento de infraestructura y áreas verdes												
Medidas de mitigación / compensación	Medidas internas (dentro del predio)	Reforestación de áreas verdes												
		Señalización de temas ambientales												
		Manejo de residuos												
	Medidas externas	Reforestación del predio de compensación												
		Obras de conservación de suelo y agua												

En primera instancia los encargados de la implementación del manejo de residuos deberán de identificar los diversos subproductos que se generarán a lo largo del proyecto, y de ser posible las cantidades aproximadas de dichos residuos. Esta actividad se sustentará en la experiencia de los encargados del programa y de los desarrolladores de proyecto.

Posteriormente, informarán de las actividades que comprenden dicho programa a la gerencia del proyecto, con la finalidad de obtener aprobación y apoyo. A continuación, se informará del programa a los trabajadores del proyecto, con la finalidad de que ellos estén enterados de la importancia de llevar a cabo las acciones del manejo de residuos para evitar la contaminación de los ecosistemas. En cada una de las reuniones, el personal encargado del manejo de residuos pondrá atención a las preguntas y sugerencias de los trabajadores con la finalidad de enriquecer, y caso de ser necesario modificar el manejo.

Acciones de manejo de residuos líquidos

Con la finalidad de disminuir el riesgo de contaminación de suelo y agua por la emisión inadecuada de aguas sanitarias generadas por los trabajadores del

proyecto, en las etapas de preparación del sitio y construcción, se contratará con sanitarios portátiles (similares a los que aparecen en la siguiente figura), a razón de un sanitario por cada 15 trabajadores. La misma empresa que proveerá los sanitarios se encargará de brindar el mantenimiento correspondiente a dichos equipos.



***Figura 3. Ejemplo de sanitarios portátiles que serán usado en el proyecto*.**

Asimismo, la empresa contratada contará con un plan de contingencias en caso de que uno de los sanitarios portátiles presente fugas, para lo cual se realizarán actividades de limpieza, desinfección y retiro de los residuos derramados.

Además, para el correcto control del mantenimiento de los sanitarios se deberá contar con una bitácora de mantenimiento, en donde se anotarán los días en los que la empresa contratada realice el mantenimiento a los sanitarios.

Acciones de manejo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

En primera instancia, es necesario mencionar que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define a los residuos de la siguiente forma:

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

- "Residuos de manejo especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos".
- "Residuos peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley".

Con base en las definiciones anteriores, el manejo que recibirán los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos tendrán algunas similitudes, por lo cual a continuación se muestra el protocolo general para el manejo de estos, para después describir puntos específicos concernientes a cada uno de ellos.

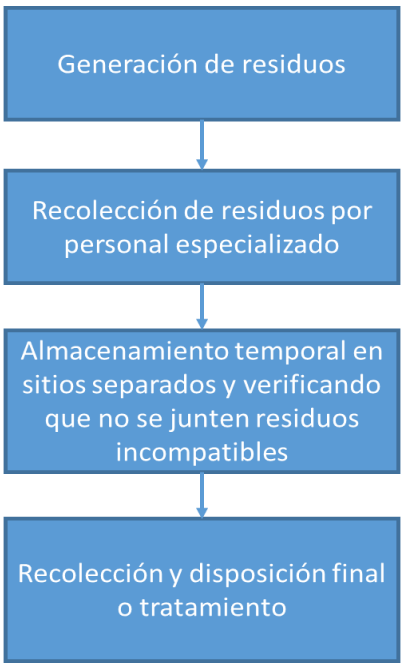


Figura 4. Protocolo general de manejo de residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

1) Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Se prevé que los residuos **sólidos urbanos** serán generados únicamente en los lugares donde se alimenten los trabajadores o en los comedores, por ello se tendrán recipientes especiales (con tapa) con la finalidad de que los desarrolladores del proyecto puedan depositar en ellos dichos residuos, los cuales serán separados en orgánicos (residuos de comida) e inorgánicos (papel, plástico, metal y vidrio).

Personal de limpieza recolectará semanalmente los residuos sólidos urbanos y los transportará hasta una zona de almacenamiento temporal.

Asimismo, los residuos de **manejo especial** serán recolectados diariamente y almacenados temporalmente en un área destinada para los mismos, dentro de contenedores especiales debidamente etiquetados y sellados para evitar cualquier derrame o emisión a suelos, cuerpos de agua y/ o atmosfera.

Tanto los residuos sólidos urbanos como los de manejo especial serán recolectados por los servicios de limpia por la promovente o una empresa que contrate para ello la cual será especializadas y debidamente autorizadas por la autoridad ambiental correspondiente. En el caso de los residuos sólidos urbanos catalogados como inorgánicos, estos serán separados y entregados a empresas que tengan la capacidad de reciclarlos.

Con la finalidad de llevar un control, los residuos serán registrados en una bitácora especial, que deberá de tener la siguiente información (ver siguiente tabla).

Tabla No.3 ***Propuesta de bitácora de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.***

Tipo de residuo (R, NR, O)	*Cantidad generada (Kg)*	*Fecha de recolección (dd/mm/aa)*	*Empresa recolectora*	*Destino*	*Responsable técnico*	*Observaciones*

R- Reciclable; NR- No reciclable; O- Orgánico

La bitácora será el elemento esencial que comprobará que el manejo de residuos se está llevando a cabo y servirá para medir la eficiencia del mismo.

2) Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos (RP) se generarán por el mantenimiento de la maquinaria que consiste en el cambio de aceite y filtros. Se calcula que por el mantenimiento de esta maquinara se pueden generar 500 kg de RP/mes. **Cabe señalar que, por cuestiones de logística y economía, el mantenimiento de la maquinaria no se llevará en el sitio del proyecto, sino fuera el sitio del proyecto aprovechando la cercanía del proyecto a talleres de mantenimiento dentro de Manzanillo.**

Medidas de urgente aplicación

En caso de existir algún derrame durante el funcionamiento de maquinaria y equipo en cualquiera de las etapas del proyecto:

- Suspensión temporal de las actividades que derivaron en problema de contaminación.
- Implementación de medidas correctivas para remediar el daño ocasionado. En caso de algún accidente o derrame dentro del almacén de materiales peligrosos:
- En caso de derrame, colocar un material absorbente del tipo arena o aserrín y recoger en una cubeta con tapa.

Todas las medidas de urgente aplicación se consideran para evitar una mayor afectación al elemento ambiental correspondiente, asimismo y cuando el incidente traiga consigo mayores complicaciones, se implementará un programa de remediación dando observancia a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y notificando a la autoridad competente.

Manejo de residuos como acción para evitar afectaciones al paisaje
Mediante el manejo adecuado de los residuos se pretende mitigar el impacto al paisaje, evitando que los mismos sean desechados en sitios indebidos, lo cual aparte de contaminar suelos y cuerpos de agua generaría una contaminación visual.

Personal, materiales y equipo
Para realizar las diversas actividades establecidas de acuerdo con la dimensión y características del manejo de residuos, es necesario contar con el siguiente personal e insumos:

Tabla No.4 ***Personal necesario para la implementación del manejo de los residuos.***

Personal	*Cantidad*
Ingeniero Ambiental, Industrial o carrera afín.	1
Ayudantes.	2

Tabla No.5 ***Materiales y equipo necesario para la implementación del manejo de los residuos.***

Concepto	*Cantidad*
Bitácora de residuos	3 (1 por cada tipo de residuos)
Bascula de 200 kg	1
Camioneta	1
Overol	1 por cada miembro del equipo
Guantes de carnaza	
Botas de seguridad	
Cofias	1 paquete
Cubre bocas	1 paquete

IV. Emergencias

En el caso de que existiera una emergencia (derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales o residuos peligrosos), y la situación sea posible manejarla internamente se deberá de realizar lo siguiente:

1. Identificar la fuente.
2. Minimizar o limitar la dispersión.
3. Retira el material o residuo.
4. Realizar la limpieza del sitio.
5. Anotar el accidente en la bitacora.
6. Almacenar temporalmente el material contaminado para su posterior manejo por un prestador de servicios.

Si la emergencia (derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales o residuos pligrosos) es de magnitud considerable, es decir que sea necesario solicitar ayuda, o la contaminación sea mayor a 1 m^3, se deberá realziar las siguientes acciones:

1. Solicitar ayuda a los cuerpos de etención de emergencia.
2. Avisar a la Profepa y a las autoridades competentes con el accidente ocrurrido .
3. Ejecutar las medidas de seguridad que la autoridad interponga.

V. Indicadores de seguimiento

Tabla No.1 Indicadores de seguimiento del Programa.

Descripción de los residuos que se pretende generar durante el desarrollo del proyecto y su manejo							
Tipo de residuos	**Peso (ton)**	**Volumen (m3)**	**Elementos o proceso genera los residuos**	**Etapa del proyecto**			**Gestión de residuos**
				Preparación del sitio	**Construcción**	**Operación/ mantenimiento**	
Sólidos urbanos	**9 ton**	-	Presencia trabajadores	**X**	**X**	**X**	Reciclado – Disposición final (Relleno sanitario)
Manejo Especial	**30 ton**	-	Residuos de urbanización/ mantenimiento	-	**X**	**X**	Reciclado – Sitio autorizado por município/IMADES
	35 ton	-	El material vegetal será utilizado en las obras de conservación	**X**	-	-	Interna
	-	**2,500**	El material del corte del terreno	**X**	**X**	-	Interna
Peligrosos	**12 ton**	-	Mantenimiento de la maquinaria se dará ex situ.	**X**	**X**	-	Empresa autorizada en el manejo de estos residuos RP.

VI. Referencias

AMDA – Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores, A.C., 2003. Manejo de residuos peligrosos en una agencia automotriz.

LGEEPA, 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Ultima reforma DOF 24-01-2017. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_240117.pdf

LGPGIR, 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma DOF 22-05-2015. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf

RLGPGIR, 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma DOF 31-10-2014. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

SEMARNAT. Formato Semarnat– 07–024 Registro de planes de manejo.

SEMARNAT, 2009. Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4485/semarnat1/semarnat1.htm

Anexo 1 Ejemplo de Información que debe contener la Bitácora.

Nombre Residuo	Característica Peligrosidad (CRETIB)	Cantidad	Unidad	Área de generación	Almacenamiento temporal		Prestador de servicio Recolección		Fase siguiente manejo	Manifiesto	Firma de responsable
					Fecha entrada	Fecha salida	Nombre	Registro			

DOCUMENTO CONTROLADO

HONORABLE AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE MANZANILLO

OFICINA DE SERVICIOS MULTIPLES

AREA EMISORA:	NOMBRE DEL DOCUMENTO:
URBANIZACION	AUTORIZACION DE PROGRAMA PARCIAL

Clave:	Ultima modificación:	Revisión: 0	Pàgina: 1 de 1

FOLIO: **UR-52** | N° DE LICENCIA:

DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES S.A DE C.V.

PRESENTE.

Nombre del inmueble:

" LA CIMA "

PARTIDA DE PAGO:
Ley de Hacienda para el Municipio de Manzanillo.

Artículo:
68) I) e : *POR EVENTO (TH)*

20,963.25
POR CADA LOTE VEND.(3)
2,156.22
68) I) f : *POR EVENTO (MD)*
12,276.00
POR CADA OTE VEND. (2)
841.50
16,619.63
2,997.72
TOTAL :
$19,617.35

Aprobacion :

PUNTO 22 DE LA SESION PUBLICA Nº 93, MARTES 08 DE JULIO DEL 2008

Tipo:

DVS/006/08 TH-3 TURISTICO HOTELERO DENSIDAD MEDIA

Compuesto por:

6 LOTES = 3 (TH-3) + 2 (MD-2) + 1 (EV)
TOTAL DE AREA VENDIBLE = 89,927.89 M2
TOTAL AREA DE CESION = 20,337.04 M2
TOTAL AREA DE VIALIDAD = 6,602.84 M2
TOTAL DE SUPERFICIE = 116,867.77 M2

Ubicado en:

BLVD MIGUEL DE LA MADRID, ESQUINA CON AV. PENINSULA DE SANTIAGO

Colonia:	Clave Catastral:
FRACCIONAMIENTO EX HACIENDA PENINSULA DE SANTIAGO	**07-01-12-071-158-000**

Delimitado:

NORESTE:	**BLVD MIGUEL DE LA MADRID**
SURESTE:	**PLAYA SANTIAGO**
NOROESTE:	**SALAGUA**
SUROESTE:	**PLAYA SANTIAGO**

Observaciones :

Las áreas de cesión para destinos deberán contar con las obras de urbanización que les permitan su inmediata operación y funcionamiento, sin lo cual la zona en cuestión no podrá obtener la incorporación municipal.

El Director Responsable de Obra manifiesta que el contenido del expediente: sus planos, memoria de cálculo, proyecto de instalaciones hidro-sanitarias y electricas, y anexos, cumplen con las disposiciones del Reglamento de Construcciones de Municipio de Manzanillo, Colima; sus normas complementarias y demás legislación y reglamentación aplicable.

El Director Responsable de Obra, se compromete formalmente a ejecutarla conforme a los planos aprobados y en caso de hacer alguna modificación, a recabar oportunamente la autorización correspondiente, procediendo en todo de acuerdo a la Ley de Asentamientos Humanos y el Reglamento de Construcciones del Municipio de Manzanillo, Colima vigente.

Departamento. de Urbanizacion:	Direccion de Desarrollo Urbano	Nombre, Firma y N°. Registro del D.R.O.:
Arq. Alba Rocio Jimenez Garcia	**Arq. Brenda Gabriela Villaseñor Gonzalez**	**Ing.Luis Cervantes Hernandez 039/08**

ATENTAMENTE
Manzanillo, Colima; a 19 de Agosto de 2008
EL DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA.

ARQ.DOMINGO ORTEGA ROBLES

MANZANILLO
GOBIERNO MUNICIPAL

CAPDAM
COMISIÓN DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y ALCANTARILLADO DE MANZANILLO

NO. OFICIO DIR.FACT. 241/2025

ASUNTO: FACTIBILIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO, SANEAMIENTO Y DRENAJE PLUVIAL.
MODALIDAD III
FECHA: 21 de octubre del 2025

DYNAMICA DESARROLLOS SISTENTABLES, S.A. DE C.V.
RODRIGO VALENZUELA GOMEZ
Representante Legal
Prolongación el acueducto 14, Salagua, Colima
PRESENTE

Por medio del presente y en respuesta a su solicitud en el cual requiere a este organismo operador la **factibilidad de servicios de agua potable y alcantarillado**, para llevar a cabo el Modificación al Programa Parcial de Urbanización, folio identificado con el no. de referencia **848-2025** al respecto le informo:

Con fundamento en el artículo 3ro fracción I, 7 y 20 fracciones I y II, XXVI, 29 , 49 y 60 de la Ley de Aguas para el Estado de Colima; así como las facultades descritas en el Reglamento Interno de la Comisión de Agua Potable, Drenaje Alcantarillado de Manzanillo, artículo 88 fracción VIII en el cual faculta a la dirección de operaciones a **dictaminar y elaborar las factibilidades de servicio de agua potable, alcantarillado sanitario, saneamiento de aguas residuales y drenaje pluvial**, por lo que una vez analizada la información proporcionada por usted, y revisada por personal técnico adscrito a este organismo operador, se procedió a llevar a cabo la visita de inspección al sitio, obteniéndose la opinión técnica, para el predio con las siguientes características:

Información del predio de solicitud:

CLAVE CATASTRAL	07-01-12-071-158-000	
SUPERFICIE ESCRITURADA	104,499.53 m2	
SOLICITUD APROVECHAMIENTO	Modificación de Programa Parcial de Urbanización "La Cima"	
ESCRITURAS:	Folio real 99650-A	
N° CONTRATO REFERENCIA: 990692	**DEMANDA DE AGUA:**	250 litros-día por usuario. 1,550 usuarios: 387,500 litros día
UBICACIÓN Fracción Ex Hacienda de Santiago.		

Misma que se entrega en el tenor de las siguientes:

CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y NORMATIVAS

PRIMERO. – Los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento de aguas en el Estado de Colima corresponden a los ayuntamientos y **organismos operadores municipales**, de conformidad con el **artículo 3 fracción I de la Ley de Aguas para el Estado de Colima** y el artículo 115 fracción III inciso a) de la **Constitución Política de los Estados Unidos**

Mexicanos. Corresponde a esta Dirección de Operaciones**,** con base en el Reglamento Interno de CAPDAM, artículo 88 fracción VIII**, emitir los dictámenes de factibilidad de los servicios mencionados.**

SEGUNDO: Se tiene conocimiento por parte del promovente que el predio cuenta con el **Programa Parcial de Urbanización denominado "La Cima", publicado el 26 de diciembre de 2009**. No obstante lo anterior, se hace de su conocimiento que, desde la publicación de dicho Programa Parcial a la fecha, las condiciones técnicas y la disponibilidad del recurso hídrico han cambiado, toda vez que la zona ha continuado su desarrollo, incrementándose de manera significativa la demanda. En este sentido, se le antecede que actualmente no se cuenta con la capacidad suficiente para dotar de los servicios de agua potable y saneamiento en la zona para la totalidad del desarrollo, por lo que deberá considerarse una nueva fuente de abastecimiento, así como la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales para que pueda llevar a cabo el total desarrollo de su proyecto.

TERCERO – De conformidad con el artículo 52 de la **Ley de Aguas para el estado de Colima**, una vez presentada la solicitud debidamente requisitada, se procedió a practicar la inspección del predio de que se trata, la cual tiene por objeto: I.- Corroborar la veracidad de los datos proporcionados por el solicitante; II.-Conocer las circunstancias que el organismo operador considere necesarias para determinar sobre la prestación de los servicios; La factibilidad de conexión solicitada se autorizará o negará en base al resultado de la inspección practicada

CUARTO. – Resultado de la inspección practicada: Respecto a la disponibilidad del recurso hídrico: Durante la visita de inspección se constató que actualmente la zona cuenta con infraestructura hidráulica en la zona. Sin embargo, se observa que la fuente de abastecimiento ya no es suficiente para aumentar la dotación de este**,** así mismo se encuentra trabajando en su máxima capacidad de funcionamiento. Por lo anterior, el promovente deberá ejecutar acciones urbanas y las obras que garantizan la dotación del recurso hídrico de la totalidad del proyecto.

Asimismo, el promovente deberá considerar dentro de las acciones urbanas la consolidación de una **nueva fuente de abastecimiento**, además de la dotación del equipamiento hidráulico complementario que se requiera para garantizar la prestación del servicio de agua potable; Considerando la necesidad de implementar soluciones integrales y sustentables para el manejo eficiente del recurso hídrico y energético, **se indica al promovente a incorporar sistemas de generación de energía renovable, como paneles solares y una pila de almacenamiento**, destinados a fortalecer el equipamiento de bombeo, tratamiento o almacenamiento. Esta medida permitirá reducir la dependencia de fuentes convencionales de energía y contribuir a la autosuficiencia operativa del sistema de abastecimiento y dotar agua a la totalidad del proyecto que se pretende desarrollar.

Se informa que la perforación del pozo profundo deberá cumplir con lo establecido en la NOM-011-CONAGUA-2015 y con toda la normatividad adecuada. Previo a la perforación, el promovente deberá presentar ante la CONAGUA el estudio hidrogeológico correspondiente para su evaluación y autorización.

QUINTO: Respecto a el alcantarillado sanitario y saneamiento de aguas residuales. Se informa que actualmente el predio cuenta con infraestructura de drenaje sanitario y alcantarillado en la zona, sin embargo, la planta de tratamiento de aguas residuales, así como el colector se encuentra casi a su máxima capacidad, por lo que para lograr el total desarrollo del proyecto, se tendrá que realizar una nueva planta de tratamiento y las conexiones necesarias.

Por lo tanto, deberá preverse en el proyecto la construcción de **una planta de tratamiento de aguas residuales con sistema MBBR** (*Reactor de Lecho Movil*), en cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas aplicables, y bajo la supervisión de la **CAPDAM**.

SEXTO. - Lo anterior con fundamento y en observancia a lo dispuesto en los artículos **11 ,49 y 60 de la Ley de Aguas para el Estado de Colima** la cual determina:

- Desarrollar, a su costo, las obras e instalaciones necesarias para garantizar la provisión de servicios hidráulicos, conforme a los proyectos aprobados por la autoridad competente y a las especificaciones técnicas emitidas por la CAPDAM;
- En su caso, implementar soluciones alternas de saneamiento, como plantas de tratamiento individuales, cuando no sea posible la construcción de redes convencionales de alcantarillado; como la construcción de una fosa y biodigestor, siempre y cuando cuenten con la autorización del gobierno del estado y sujeten su operación a las normas establecidas en dicha Ley.
- Formalizar, una vez concluidas las obras, su incorporación al patrimonio del organismo operador y realizar el pago de las cuotas establecidas por la normativa aplicable

SEPTIMO. – De conformidad a lo establecido en los artículos 11, 12 y 17 de la **Ley que Establece las Cuotas y Tarifas para el Pago de Derechos por los Servicios Públicos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Manzanillo, Colima**, el promovente deberá:

- Someter los proyectos a revisión y autorización de este organismo operador;
- Realizar el pago de cuotas y derechos conforme a la normatividad aplicable, previo a la incorporación de las obras al patrimonio de la CAPDAM.
- Construir por su cuenta una planta de tratamiento de aguas residuales, conforme a las especificaciones técnicas vigentes y previa inscripción ante el padrón de descargas de la CONAGUA;

OCTAVO: Respecto al drenaje pluvial, y resiliencia hídrica, De conformidad con La Ley de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y ordenamiento Territorial del Estado de Colima define en su artículo 183 y 184**: Organismos operadores de agua potable y alcantarillado**

Todo aprovechamiento urbano que genere superficies impermeables deberá construir o habilitar los componentes para la captación, control, tratamiento y uso eficiente de las aguas pluviales. el agua precipitada sobre el desarrollo podrá ser drenada y conducida directamente hacia las calles, cunetas o redes de drenaje pluvial que se hubieran construido con ese fin, pudiendo también ser canalizada a las obras de infraestructura para el manejo de aguas pluviales con que cuenten los ayuntamientos.

NOVENO-. Que en cumplimiento a las atribuciones conferidas a este organismo operador en el artículo 12, fracción V, de la *Ley de Aguas para el Estado de Colima*, corresponde a este promover la aplicación de las disposiciones y normas en materia de **equilibrio ecológico y protección al ambiente**, particularmente aquellas relacionadas con la **prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos**, así como el **acondicionamiento del recurso hídrico para uso y consumo humano**, mediante la implementación de acciones, las cuales deberá considerar:

1. Implementación de **sistemas de captación y control de escurrimientos contaminados** en zonas de obra o de almacenamiento de materiales (trincheras filtrantes, biofiltros, humedales artificiales)
2. **Separación de aguas grises y negras** en el diseño hidráulico, para facilitar su tratamiento y posible reúso.
3. **Diseño adecuado del sistema de almacenamiento** de agua potable, en su caso, con tanques cerrados, ventilación con filtros y mantenimiento programado.
4. **Instalación de depósitos de almacenamiento de agua potable (cisternas):** El desarrollador deberá garantizar que cada unidad habitacional cuente con un sistema individual de almacenamiento de agua potable (cisterna o tanque inferior), con capacidad suficiente para cubrir un consumo promedio de entre **2 a 3 días por vivienda**, de acuerdo con la dotación establecida por la **NOM-127-SSA1-2021** y los criterios técnicos del organismo operador y con lo establecido en el art. 340 del Reglamento de edificación municipal.
5. **Capacitación y sensibilización ambiental** a trabajadores de obra y personal técnico, sobre buenas prácticas ambientales.
6. Alineación con los instrumentos de planeación urbana y ecológica: **Programas Municipales de Desarrollo Urbano, Ordenamientos Ecológicos Territoriales y Atlas de Riesgos**.
7. **Incorporación de las recomendaciones** de los dictámenes técnicos emitidos por la CAPDAM, o autoridades municipales

DECIMO. - ACCIONES URBANAS: Para el adecuado desarrollo de todas las etapas del proyecto, será necesario cumplir con los siguientes requerimientos técnicos llevando a cabo la construcción y ejecución de dichas acciones, las cuales deberán estar incluidas en su modificación al programa parcial de urbanización denominado "La Cima" y su respectivo proyecto ejecutivo de urbanización.

Una vez concluidas las obras, deberá formalizar su incorporación al patrimonio del organismo operador y realizar el pago de las cuotas establecidas por la normativa aplicable.

INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA (agua potable):

1. Proponer una nueva fuente de abastecimiento en su programa parcial de urbanización, conforme a la normatividad vigente para el servicio y dotación del total de lotes del proyecto.
2. La Instalación del equipamiento necesario para la operación del pozo, incluyendo sistemas de bombeo y generación de energía a través de paneles solares, asegurando un funcionamiento eficiente y sustentable.
3. Donación del lote IN: La ubicación del pozo estará dentro de un lote identificado como Lote IN, con una superficie de 400 m² el cual deberá ser escriturado a favor del organismo operador.
4. Dotar del volumen de agua necesario para obtener la autorización de perforación de un pozo.
5. Contar con la infraestructura de almacenamiento de agua: Cada torre de departamentos deberá contar con cisternas que aseguren el suministro de agua potable por un mínimo de 3 días, en caso de presentarse alguna falla en el sistema.
6. Infraestructura de conexión: Construir la infraestructura requerida para conectar el pozo al sistema de agua potable y al sistema de tratamiento de aguas residuales, en el momento en que existan las condiciones técnicas y operativas para hacerlo.

INFRAESTRUCTURA PLUVIAL:

7. Sistema de captación de agua de lluvia, diseñado para recolectar, almacenar y utilizar eficientemente el recurso pluvial, y/o captación en zonas de áreas verdes del proyecto.

TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES:

8. Separación de aguas grises y negras en el diseño hidráulico, para facilitar su tratamiento y posible reúso. Planta de tratamiento de aguas grises, destinada a la reutilización segura responsable del recurso hídrico.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

9. Planta de tratamiento de aguas residuales: Se deberá instalar una planta de tratamiento con tecnología MBBR (*Reactor de Lecho Movil*), con capacidad para tratar el volumen generado por el desarrollo.

R E S O L U T I V O

PRIMERO: Se informa que es factible declarar **PROCEDENTE** su solicitud y se limita exclusivamente para la **MODIFICACIÓN DE PROGRAMA PARCIAL DE URBANIZACION "LA CIMA".** En virtud de que las condiciones actuales difieren de aquellas existentes al momento en que dicho programa fue publicado (26 de noviembre de 2009), se informa que actualmente las condiciones técnicas y la disponibilidad del recurso hídrico han cambiado, por lo que se le antecede que actualmente no se cuenta con la capacidad suficiente para dotar de los servicios de agua potable y saneamiento en la zona para la totalidad de su proyecto, por lo que deberá considerarse una nueva fuente de abastecimiento, así como la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en los términos mencionas en el presente documento.

SEGUNDO: El incumplimiento a las obligaciones indicadas en la Ley de Aguas para el Estado de Colima y/o la modificación del proyecto en las condiciones en que fue expresado o en la documentación presentada, invalidara la presente factibilidad sin prejuicio de la aplicación de las sanciones previstas en la Ley de Aguas para Estado de Colima, el Reglamento Interior de la CAPDAM y demás ordenamientos que resulten aplicables.

En caso de que se pretendan realizar modificaciones al predio, al uso del suelo, al diseño del proyecto o se incremente la densidad poblacional o demanda de servicio, deberá gestionarse una nueva solicitud de factibilidad, mediante la cual se evalúe la suficiencia de la infraestructura y se autorice, en su caso, la dotación correspondiente, así como el pago o convenio de los derechos que resulten procedentes.

La presente factibilidad se expide" y **tiene una vigencia de 180 días contados a partir de la fecha de expedición de este**.

Sin otro particular, aprovecho este conducto para transmitirle un cordial saludo.

ATENTAMENTE.

MTRA. ARQ. ANGELICA PAOLA CORONA CRUZ
DIRECTORA OPERATIVA DE LA CAPDAM

C.C PARA SU CONOCIMIENTO:
C.C.P. LIC. ROSA MARÍA BAYARDO CABRERA.- PRESIDENTA MUNICIPAL DE MANZANILLO. PRESENTE.
C.C.P. LIC. MAMÉS EUSEBIO VELAZQUEZ VELARDE. DIRECTOR GENERAL DE LA CAPDAM.
C.C.P. ARQ. ANA KARENINA MUÑOZ DE ALBA.- DIRECTORA GRAL. DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL H. AYUNTAMIENTO DE MANZANILLO. PRESENTE
C.C.P. LIC. MARÍA FERNANDA CEBALLOS MAYA.- DIRECTORA DEL ÁREA COMERCIAL DE LA CAPDAM. PRESENTE.
C.C.P. ARCHIVO. DIRECCION OPERACIONES.REF.-848/2025.*ARJG/APCC

Gobierno de México | CFE



División de Distribución Centro Occidente
Subgerencia / Zona Manzanillo
DPZM107/2025

Asunto: Oficio de Factibilidad
Fecha: 30 de julio 2025

DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES, S.A. DE C.V.
Fracción "C" Ex Hacienda de Santiago
Península de Santiago, Manzanillo, Col.

En atención a su solicitud recibida por CFE le informamos que existe Factibilidad para proporcionarle el Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica requerido para el centro de Carga localizado en **Fracción "C" Ex Hacienda de Santiago**, de la colonia **Península de Santiago** en la ciudad de **Manzanillo, Colima**; clave catastral **07-01-12-071-158-000,** propiedad de **DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES, S.A. DE C.V.**, por lo que con base a lo establecido en el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en Materia de Aportaciones, las obras necesarias para otorgarle el servicio, deben ser con cargo al solicitante, y solo podrán determinarse una vez que recibamos la información de sus necesidades específicas de acuerdo a lo indicado en el formato de "Solicitud de Servicio de Energía Eléctrica bajo el Régimen de Aportaciones", mismo que estará a su disposición en las Oficinas del Suministrador de Servicios Básicos o por medio electrónico.

Atentamente.

PA.

Ing. Abel Zaragoza Franco
Suptte. Zona Manzanillo.

C.c.p.: Ing. Raul Xingu Toledo (RPE 9AL8N). - Líder Asesorias y Cotizaciones.
Minutario



2025 Año de La Mujer Indígena

ROGRAMA PARCIAL DE URBANIZACIÓN
VERSIÓN ABREVIADA

LA CIMA



DESARROLLADOR: DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES S.A. DE C.V.

OL.

coNUrba
CONSULTORIA URBANO-AMBIENTAL

VICTOR MANUEL LARA RAMOS
arquitecto
CED. PROF. 3530799

PABLO NERUDA 602-F COL. JARDINES DE LAS LOMAS
TEL/FAX :01 (312) 312-32-25 COLIMA, COL.
e-mail sanvic14@prodigy.net.mx e-mail sanvic14@hotmail.com

CONSULTOR:

VICTOR MANUEL LARA RAMOS
PERITO URBANO

FEBRERO DE 2008

ANTECEDENTES

MARCO DE REFERENCIA

Bases Jurídicas

El fundamento jurídico de todo Programa de Desarrollo Urbano, de los que forma parte el programa parcial de Urbanización del Fraccionamiento **"LA CIMA",** parte de los preceptos establecidos en el párrafo tercero del artículo 27 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, el cual establece que se dictarán "Las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;...conforme lo señalan la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima.

Asimismo el articulo 115 fracción V, de nuestra carta magna, en sus recientes reformas establece y define la facultad de los municipios para formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en su jurisdicción territorial; intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones, y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas, de conformidad con el articulo 27 de la constitución ; precepto que se ratifica en el articulo 87, fracción V de la Constitución política del Estado Libre y Soberano de Colima.

Por otra parte, el articulo 73 de la constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos, en su fracción XXIX-C; establece la concurrencia de los tres niveles de gobierno en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de ordenación y regulación de los asentamientos humanos, precepto que conocemos como "el principio de concurrencia".
En ese orden de ideas, y a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el articulo 73 de nuestra Carta Magna, el Congreso de la Unión expidió la Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en el Diario Oficial de le Federación el día 21 de Julio de 1993, que fija las normas básicas en lo referente al desarrollo urbano, y que en sus disposiciones generales establece los siguientes objetivos:

I. Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas y de los municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional;

II. Fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;

III. Definir los principios para determinar las provisiones, reservas, usos y destinos de áreas y predios que regulen la propiedad en los centros de población, y

IV. Determinar las bases para la participación social en materia de asentamientos humanos.

La Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima publicada en el periódico oficial "EL ESTADO DE COLIMA" el 7 de mayo de 1994 establece en sus disposiciones el objeto de fijar la concurrencia del Estado y de los Municipios en materia de desarrollo urbano para la planeación , ordenación y regulación de los centros de población; definir las normas para planear y regular las acciones de fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población en el Estado, así mismo definir los principios conforme a los cuales el Estado y los Municipios ejercerán sus atribuciones para determinar las provisiones, reservas, usos y destinos de áreas y predios.

De igual forma, esta misma Ley establece las normas generales de operación para los programas de reservas territoriales a fin de regular la oferta de suelo urbano, establece las normas generales para el aprovechamiento urbano del suelo, determina las atribuciones de las autoridades competentes en la aplicación de la Ley. En su artículo 40, fracción II presenta a los Programas Parciales como derivados de los programas básicos de los cuales emana y que se integran a un sistema estatal; el artículo 43 señala los elementos básicos que deberán contener a fin de hacer posible la congruencia y unidad metodológica para su debida ejecución. El Capítulo VI del Título Tercero, establece la definición y lineamientos generales para la formulación de los Programas Parciales de Desarrollo Urbano; y en el Artículo 21 fracción I faculta a los Ayuntamientos para formular, aprobar, administrar, ejecutar, evaluar y revisar los programas del ámbito municipal.

Por otro lado, el Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima, publicado en el periódico oficial "EL ESTADO DE COLIMA" el 23 de Agosto de 1997, contiene los criterios de zonificación para todo el Estado y especifica en el Articulo 11, que con el fin de ordenar y regular un área especifica, los Programas Parciales de Urbanización precisarán la zonificación y determinarán:

a) "...La demarcación de las áreas o predios comprendidos y las características, condiciones y zonas circundantes del espacio urbano..."; y
b) "...Precisará los efectos de las acciones de conservación, mejoramiento y crecimiento que se propongan autorizar en los mismos, respecto de los usos y destinos de los predios comprendidos en el programa, así como los requeridos para la utilización de los predios de la reserva que se proponen desarrollar..."

Asimismo, indica en el Articulo 14, fracción I, que los Programas Parciales de Urbanización precisarán la zonificación secundaria, así como la lotificación y diseño de las vialidades, solamente dentro de los límites del predio objeto del programa, concretándose en el resto a determinar la zonificación primaria, el trazo de las vialidades principales que estructuren la unidad y el diseño de la zona de equipamiento urbano.

1Bases de Planeación

Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo, Col.

Publicado en el periódico oficial "EL ESTADO DE COLIMA" el 4 de Noviembre del 2000, establece en sus Opciones de Desarrollo Urbano que el medio físico natural de Manzanillo presenta condicionantes muy claras a la urbanización, como son toda la parte de la serranía que domina los valles. Sin embargo, estos mismos valles son un atractivo muy fuerte a la

urbanización, para los cuales ya en Plan Parcial de Zonas de Crecimiento se señalaba la importancia que tienen desde el punto de vista de la productividad agrícola. Por lo tanto, es necesario imponer un límite a la urbanización sobre estos valles, de lo contrario se corre el riesgo de producir un crecimiento disperso y anárquico, que amenazaría a irse en forma desordenada sobre ellos. Este Plan Director propone ampliar las zonas de crecimiento, tomando como límite el libramiento carretero, propiciando una conformación del área urbana más integrada entre este libramiento y las bahías.

En consecuencia, Manzanillo tiene como límite natural y racionalmente deseable las áreas ya descritas anteriormente. Con objeto de que las previsiones de crecimiento no sean desbordadas, se requiere de un seguimiento constante del crecimiento demográfico y de las políticas establecidas a nivel regional que permitan derivar hacia centros de población de la región, los posibles excedentes poblacionales.

Originalmente el Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo ubicaba al predio en una zona **Turístico de densidad baja (T2)**, sin embargo se realizó un Estudio de Modificación al a la Zonificación del Programa de Desarrollo Urbano, para cambiar la zonificación a **Turístico de densidad media (T3)**, mismo que fue aprobado por el H. Cabildo de Manzanillo y Publicado en el Periódico Oficial "El Estado de Colima" el **de 2007**. En este sentido el H. Ayuntamiento de Manzanillo emite el **Dictamen de Vocación de Suelo** número **DVS/006/08,** con fecha del 14 de febrero de 2008.

OBJETIVOS

Generales:

Como quedó especificado anteriormente, son inherentes a todo Programa Parcial de Urbanización, además de la regulación específica de sus componentes, los siguientes:

- Establecer la congruencia entre las directrices planteadas en los diferentes ordenamientos legales en la materia: la Ley General de Asentamientos Humanos, la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima, el Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima, así como en el Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo.
- Lograr la integración vial de la estructura urbana actual y las obras proyectadas por el propio desarrollo.
- Establecer la zonificación, precisando los usos predominantes, compatibles, condicionados y prohibidos, así como los destinos obligatorios para cada entidad de la zonificación; así como también indicar las normas de morfología de la edificación.

Específicos:

Así mismo, son objetivos en particular de este programa, los que se mencionan a continuación y que tiene que ver con el ámbito de aplicación del mismo:

- Proveer de un total de **6** lotes urbanizados incluyendo los de área de cesión. Para la zona Turística donde se pretenden desarrollar lotes TH y zona comercial.
- Ordenar y orientar el desarrollo urbano de la ciudad de Manzanillo, Col., abriendo al

crecimiento urbano una superficie de **11-68-67.77Has.**, las cuales deberán ocuparse conforme a las disposiciones de este programa.

- Procurar la integración y preservación del entorno natural de una manera adecuada y equilibrada, buscando la armonía entre el medio físico natural y el transformado.

FASE DE DIAGNOSTICO

LOCALIZACIÓN Y DELIMITACION

Del área de aplicación

El predio donde se desarrollará el presente programa parcial se localiza por el Boulevard Miguel de la Madrid Hurtado

ESTRATEGIA DE DESARROLLO.

ZONIFICACIÓN

COMPATIBILIDAD DE USOS DEL SUELO:

Integran el presente proyecto, las zonas Turístico Hotelero de Densidad media (**TH-3**), Corredor Urbano Mixto Intensidad Media (**MD-2**), Zonas para Espacios Verdes Y abiertos (**EV**), estas zonas estarán sujetas a los siguientes usos y destinos establecidos en el Reglamento de Zonificación.

ZONA	CATEGORÍA	GRUPOS PERMITIDOS
TH-3	PREDOMINANTE	ALOJAMIENTO TEMPORAL MIXTO
	COMPATIBLE	ALOJAMIENTO TEMPORAL RESTRINGIDO.
	COMPATIBLE	COMERCIOS Y SERVICIOS BÁSICOS
	COMPATIBLE	CENTROS DE DIVERSIÓN
	COMPATIBLE	CENTROS COMERCIALES
	COMPATIBLE	RECREACIÓN EN ESPACIOS ABIERTOS
	CONDICIONADO	VIVIENDA PLURIFAMILIAR
MD-2	PREDOMINANTE	VIVIENDA PLURIFAMILIAR VERTICAL
	PREDOMINANTE	VIVIENDA PLURIFAMILIAR HORIZONTAL
	PREDOMINANTE	VIVIENDA UNIFAMILIAR
	COMPATIBLE	ALOJAMIENTO TEMPORAL RESTRINGIDO.
	COMPATIBLE	ALOJAMIENTO TEMPORAL MIXTO
	COMPATIBLE	COMERCIOS Y SERVICIOS BÁSICOS
	COMPATIBLE	COM. Y SERV. ESPECIALIZADOS
	COMPATIBLE	CENTROS DE DIVERSIÓN
	COMPATIBLE	CENTROS COMERCIALES
	COMPATIBLE	COMERCIOS Y SERVICIOS. DE IMPACTO MAYOR
	COMPATIBLE	OFICINAS DE PEQUEÑA ESCALA
	COMPATIBLE	OFICINAS EN GENERAL
	COMPATIBLE	MANUFACTURAS DOMICILIARIAS
	COMPATIBLE	MANUFACTURAS MENORES
	COMPATIBLE	EQUIPAMIENTO URBANO BARRIAL
	COMPATIBLE	EQUIPAMIENTO URBANO GENERAL
	COMPATIBLE	ESPACIOS ABIERTOS
	CONDICIONADO	COMERCIO TEMPORAL

EV	PREDOMINANTE	RECREACIÓN EN ESPACIOS ABIERTOS
	COMPATIBLE	NINGUNO

Como se señala en el reglamento, los grupos de usos permitidos, en que se agrupan las actividades o giros que se pueden ejecutar en cada zona, tienen tres categorías:

Uso o destino predominante: es el o los usos o destinos que caracterizan de manera principal una zona, siendo plenamente permitida su ubicación en la zona señalada;

Uso o destino compatible: es el o los usos que desarrollan funciones que pueden coexistir con los usos predominantes de las zonas, estando también plenamente permitida su ubicación en la zona señalada; y

Uso o destino condicionado: es el o los usos que tienen funciones complementarias dentro de una zona, estando sujetos para su aprobación al cumplimiento de determinadas condiciones establecidas previamente, o bien a la presentación de un estudio detallado que demuestre que no se causarán impactos negativos al entorno.

Las actividades o giros que es factible desarrollar dentro de los grupos permitidos, compatibles y condicionados, que se describen para cada zona, son las que exhaustivamente se detallan en el cuadro 3 del reglamento de zonificación, y como queda enunciado en el artículo 28 del mismo ordenamiento, los usos que no se clasifiquen en alguna de las tres categorías descritas, se consideran usos prohibidos y no deben permitirse en la zona señalada.

4.1.2. NORMAS DEL CONTROL DE LA EDIFICACIÓN.

Las zonas antes descritas se sujetaran a las siguientes normas de control de la edificación establecidas en el Reglamento de Zonificación.

ZONA	SUP. MIN.	FRENTE MÍNIMO	ALTURA MÁXIMA	ÍNDICE DE Edif.	COS	CUS	ESTACIONAMIENTO	RESTRICCIONES				
								F	P	L	%JARD	M. EDIF.
TH-3	5000	40	R	-	0.25	1	1	5	10	3	80	Abierto
MD-2	250	15	R	-	0.7	2.1	S/T	5	3	-	30	Varia
EV	S/N	Varia	R	-	0.05	0.05	S/T	-	-	-	-	Abierto

S/n= Según Norma R= Resultante de aplicar COS y CUS S/T= Según Tabla

S/N = SEGÚN NORMA S/T = SEGÚN TABLA SC = SEMICERRADO

SIMBOLOGÍA

CR = COMERCIAL Y DE SERVICIOS REGIONAL
C.O.S. = COEFICIENTE DE OCUPACIÓN DEL SUELO: Es el factor de superficie máxima de lote permitida para edificación.
C.U.S. = COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL SUELO: Es el factor del área máxima de edificabilidad en el lote.
DENSIDAD: SE REFIERE AL NUMERO DE VIVIENDAS POR HECTÁREA BRUTA DE TERRENO.
EST: ESTACIONAMIENTO: INDICA NUMERO DE CAJONES POR UNIDAD DE VIVIENDA O POR CANTIDAD DE M2. CONSTRUIDOS.
R= LA QUE RESULTE DE APLICAR LOS COEFICIENTES DE OCUPACIÓN Y DE UTILIZACIÓN DEL SUELO.

LOTIFICACIÓN

Memoria descriptiva del proyecto.

El predio que se pretende urbanizar tiene una superficie de **116,867.77m²** y comprende un total de **6** lotes de los cuales **3 Lotes se proyectan** con uso Turístico Hotelero de Densidad Media **(TH-3)**, **2** lotes con uso de Corredor Urbano Mixto Intensidad Media **(MD-2)** y un lote destinado para espacios verdes y abiertos.

El resumen general de áreas queda de la siguiente manera

RESUMEN GENERAL DE ÁREAS		
ÁREA VENDIBLE	89,927.89	76.95%
ÁREA DE CESIÓN PARA DESTINOS	20,337.04	17.40%
ÁREA DE CESIÓN PARA VIALIDAD	6,602.84	5.65%
TOTAL	116,867.77	100%

El cuadro de áreas por manzana y uso queda de la siguiente manera:

El calculo del área de cesión se obtuvo según lo establece el articulo **139** fracciones **III** y **VI** del Reglamento de Zonificación del estado, donde mencionan que las zonas Turístico Hoteleras de densidad media estarán obligados a ceder 10% de la superficie bruta, mientras que en las zonas de usos mixtos la cesión al ayuntamiento comprenderá el 20% de la superficie vendible a desarrollar.

En este sentido a continuación se presente el cálculo del área de cesión.

ZONA	SUPERFICIE	# LOTES	REQUERIMIENTO DE CESIÓN SEGÚN REGLAMENTO	A CEDER
TH-3	78,656.89	3	10%	**7,865.69**
MD-2	11,271.03	2	20%	**2,254.20**
			TOTAL =	**10,119.89m²**

En el presente programa se proyectó **1** lote para destinos de equipamiento urbano, **con destino de espacios verdes y abiertos.**

CESIÓN DE CALCULO	CESIÓN DE PROYECTO	SUPERÁVIT
10,119.89m²	**20,337.04m²**	**10,217.14m²**

Propuestas de equipamiento urbano:

La propuesta del presente desarrollo se puntualiza en un área verde, que es parte del cerro, para lo cual la empresa desarrolladora pretende que gran parte de esta área verde que mantenga su estado actual, solo se pretende construir caminamientos que lleve a pequeños

miradores y áreas de descanso, de hecho existe un superávit de más del 100% dentro del proyecto.

Criterios de Ingeniería Vial

El proyecto tendrá acceso directo a través del Boulevard Costero Miguel de la Madrid Hurtado, con una jerarquía de Vialidad Primaria según el Programa de Desarrollo Urbano. Dicha vialidad se encuentra actualmente construida en su sección total, se conforma por los cuerpos centrales separados por un camellón central y calles laterales.

La vialidad que da acceso al interior del desarrollo "La Cima", se proyectó como Calle Local, con una sección de 13:00m, mismos que se distribuyen en dos cuerpos de circulación de 3.50m cada uno, un carril de estacionamiento de 2.40m y aceras de 1.80m en ambos lados.

ACCIONES URBANAS

Para llevar a cabo los objetivos del Programa Parcial de Urbanización "**LA CIMA**", las acciones necesarias para lograr la adecuación espacial del predio, son responsabilidad del promotor en este caso la empresa **DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES S.A. DE C. V.**, quinen está obligada de conformidad a lo dispuesto en el articulo **293** de la Ley de Asentamientos Humanos vigente en el Estado, a costear por su cuenta todas las obras de urbanización que se definen conforme al presente Programa y al proyecto ejecutivo que la autoridad municipal autorice.

Toda obra de construcción, modificación, reconstrucción o demolición, pública o privada, requerirá la autorización del Ayuntamiento de Manzanillo conforme a lo que establece las leyes y normatividad en materia de Desarrollo Urbano.

De igual manera y para dar cumplimiento al **Art. 146** fracción I del Reglamento de Zonificación, las áreas de cesión para destinos se habilitarán para su inmediata utilización, las correspondientes a espacios abiertos o áreas verde serán a costo total del urbanizador y a satisfacción de las autoridades municipales.

Tabla de contenido

1. ANTECEDENTES 2
1.2. MARCO DE REFERENCIA 2
1.2.1 Bases Jurídicas 2
1.2.2. Bases de Planeación 4
1.3 OBJETIVOS 6
1.3.1. Generales: 6
1.3.2. Específicos: 6
2. FASE DE DIAGNOSTICO 7
2.1 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACION 7
2.1.1. Del área de aplicación 7
2.1.3. Medio físico natural 7
2.1.3. Medio físico transformado 8
4. ESTRATEGIA DE DESARROLLO. 9
4.1. ZONIFICACIÓN 9
4.1.1. COMPATIBILIDAD DE USOS DEL SUELO: 9
4.1.2. NORMAS DEL CONTROL DE LA EDIFICACIÓN. 10
4.2. LOTIFICACIÓN 11
4.2.1. Memoria descriptiva del proyecto 11
3.4. Propuestas de equipamiento urbano: 12
3.5.2. Criterios de Ingeniería Urbana 12
3.5.4. Criterios de Ingeniería Vial 14
4. ACCIONES URBANAS 15

1. ANTECEDENTES

1.2. MARCO DE REFERENCIA

1.2.1 Bases Jurídicas

El fundamento jurídico de todo Programa de Desarrollo Urbano, de los que forma parte el programa parcial de Urbanización del Fraccionamiento **"LA CIMA",** parte de los preceptos establecidos en el párrafo tercero del artículo 27 de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, el cual establece que se dictarán "Las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;...conforme lo señalan la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima.

Asimismo el articulo 115 fracción V, de nuestra carta magna, en sus recientes reformas establece y define la facultad de los municipios para formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización del suelo en su jurisdicción territorial; intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones, y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas, de conformidad con el articulo 27 de la constitución ; precepto que se ratifica en el articulo 87, fracción V de la Constitución política del Estado Libre y Soberano de Colima.

Por otra parte, el articulo 73 de la constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos, en su fracción XXIX-C; establece la concurrencia de los tres niveles de gobierno en el ámbito de sus respectivas competencias en materia de ordenación y regulación de los asentamientos humanos, precepto que conocemos como "el principio de concurrencia".
En ese orden de ideas, y a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el articulo 73 de nuestra Carta Magna, el Congreso de la Unión expidió la Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en el Diario Oficial de le Federación el día 21 de Julio de 1993, que fija las normas básicas en lo referente al desarrollo urbano, y que en sus disposiciones generales establece los siguientes objetivos:

I. Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas y de los municipios, para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional;

II. Fijar las normas básicas para planear y regular el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población;

III. Definir los principios para determinar las provisiones, reservas, usos y destinos de áreas y predios que regulen la propiedad en los centros de población, y

IV. Determinar las bases para la participación social en materia de asentamientos humanos.

La Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima publicada en el periódico oficial "EL ESTADO DE COLIMA" el 7 de mayo de 1994 establece en sus disposiciones el objeto de fijar la concurrencia del Estado y de los Municipios en materia de desarrollo urbano para la planeación , ordenación y regulación de los centros de población; definir las normas para planear y regular las acciones de fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población en el Estado, así mismo definir los principios conforme a los cuales el Estado y los Municipios ejercerán sus atribuciones para determinar las provisiones, reservas, usos y destinos de áreas y predios.

De igual forma, esta misma Ley establece las normas generales de operación para los programas de reservas territoriales a fin de regular la oferta de suelo urbano, establece las normas generales para el aprovechamiento urbano del suelo, determina las atribuciones de las autoridades competentes en la aplicación de la Ley. En su artículo 40, fracción II presenta a los Programas Parciales como derivados de los programas básicos de los cuales emana y que se integran a un sistema estatal; el artículo 43 señala los elementos básicos que deberán contener a fin de hacer posible la congruencia y unidad metodológica para su debida ejecución. El Capítulo VI del Título Tercero, establece la definición y lineamientos generales para la formulación de los Programas Parciales de Desarrollo Urbano; y en el Artículo 21 fracción I faculta a los Ayuntamientos para formular, aprobar, administrar, ejecutar, evaluar y revisar los programas del ámbito municipal.

Por otro lado, el Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima, publicado en el periódico oficial "EL ESTADO DE COLIMA" el 23 de Agosto de 1997, contiene los criterios de zonificación para todo el Estado y especifica en el Articulo 11, que con el fin de ordenar y regular un área especifica, los Programas Parciales de Urbanización precisarán la zonificación y determinarán:

a) "...La demarcación de las áreas o predios comprendidos y las características, condiciones y zonas circundantes del espacio urbano..."; y
b) "...Precisará los efectos de las acciones de conservación, mejoramiento y

crecimiento que se propongan autorizar en los mismos, respecto de los usos y destinos de los predios comprendidos en el programa, así como los requeridos para la utilización de los predios de la reserva que se proponen desarrollar..."

Asimismo, indica en el Articulo 14, fracción I, que los Programas Parciales de Urbanización precisarán la zonificación secundaria, así como la lotificación y diseño de las vialidades, solamente dentro de los límites del predio objeto del programa, concretándose en el resto a determinar la zonificación primaria, el trazo de las vialidades principales que estructuren la unidad y el diseño de la zona de equipamiento urbano.

1.2.2. Bases de Planeación

Como se mencionó anteriormente, el artículo 40 de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima establece que los Programas Parciales de Urbanización se desprenden de los programas de Desarrollo Urbano de los Centros de Población, considerados como básicos y contenidos en el sistema estatal de planeación, el cual se integra de la siguiente manera:

I. Básicos:
a) El Programa Estatal de Desarrollo Urbano
b) Los programas municipales de desarrollo urbano
c) Los programas de ordenación de las zonas conurbadas y demás, y
d) Los Programas de Desarrollo Urbano de los Centros de Población

II. Derivados:
a) Los Programas Parciales de Desarrollo Urbano;
b) Los programas sectoriales de desarrollo urbano, y
c) Los programas regionales de ordenamiento territorial.

Dado que tanto el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, como los diez Programas municipales de Desarrollo Urbano vigentes en la entidad se elaboraron en el año de 1981 y a la fecha se encuentran totalmente rebasados por la realidad social al no haber sido actualizados, estos no tienen vigencia operativa, por lo que a continuación se hace mención de los lineamientos generales que en esta materia se señalan tanto en el Plan estatal de Desarrollo Urbano, como en el Plan municipal de Desarrollo Urbano de Manzanillo.

Plan Estatal de Desarrollo 2004-2010

El Plan Estatal de Desarrollo 2004-2010, en el capitulo de Regulación y Ordenamiento Urbano, menciona que estas actividades son las herramientas para administrar el espacio, con la finalidad de conservar ecosistemas estratégicos, mantener la biodiversidad y definir las áreas apropiadas para el desarrollo e

actividades productivas y asentamientos humanos, equilibrando los elementos naturales a través del tiempo.

En ese sentido, el Gobierno del Estado orienta su política de planificación territorial basado en la armonía con los diferentes usos de la tierra, determinando la infraestructura y el equipamiento para desarrollo urbano y rural.

Entre los objetivos de este plan destacan los siguientes:

- Lograr un desarrollo urbano ordenado y sustentable de los centros de población, para planear su crecimiento hacia las áreas mas aptas y respetar aquellas que por sus características ecológicas deban ser preservadas.
- Reducir los grandes desequilibrios existentes en la distribución espacial de la población en el territorio estatal.
- Agilizar los procedimientos de autorización del aprovechamiento urbano en el territorio estatal.

Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo, Col.

Publicado en el periódico oficial "EL ESTADO DE COLIMA" el 4 de Noviembre del 2000, establece en sus Opciones de Desarrollo Urbano que el medio físico natural de Manzanillo presenta condicionantes muy claras a la urbanización, como son toda la parte de la serranía que domina los valles. Sin embargo, estos mismos valles son un atractivo muy fuerte a la urbanización, para los cuales ya en Plan Parcial de Zonas de Crecimiento se señalaba la importancia que tienen desde el punto de vista de la productividad agrícola. Por lo tanto, es necesario imponer un límite a la urbanización sobre estos valles, de lo contrario se corre el riesgo de producir un crecimiento disperso y anárquico, que amenazaría a irse en forma desordenada sobre ellos. Este Plan Director propone ampliar las zonas de crecimiento, tomando como límite el libramiento carretero, propiciando una conformación del área urbana más integrada entre este libramiento y las bahías.

En consecuencia, Manzanillo tiene como límite natural y racionalmente deseable las áreas ya descritas anteriormente. Con objeto de que las previsiones de crecimiento no sean desbordadas, se requiere de un seguimiento constante del crecimiento demográfico y de las políticas establecidas a nivel regional que permitan derivar hacia centros de población de la región, los posibles excedentes poblacionales.

Originalmente el Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo ubicaba al predio en una zona **Turístico de densidad baja (T2)**, sin embargo se realizó un Estudio de Modificación al a la Zonificación del Programa de Desarrollo Urbano, para cambiar la zonificación a **Turístico de densidad media (T3)**, mismo que fue

aprobado por el H. Cabildo de Manzanillo y Publicado en el Periódico Oficial "El Estado de Colima" el **de 2007**. En este sentido el H. Ayuntamiento de Manzanillo emite el **Dictamen de Vocación de Suelo** número **DVS/006/08,** con fecha del 14 de febrero de 2008.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Generales:

Como quedó especificado anteriormente, son inherentes a todo Programa Parcial de Urbanización, además de la regulación específica de sus componentes, los siguientes:

- Establecer la congruencia entre las directrices planteadas en los diferentes ordenamientos legales en la materia: la Ley General de Asentamientos Humanos, la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Colima, el Reglamento de Zonificación para el Estado de Colima, así como en el Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo.
- Lograr la integración vial de la estructura urbana actual y las obras proyectadas por el propio desarrollo.
- Establecer la zonificación, precisando los usos predominantes, compatibles, condicionados y prohibidos, así como los destinos obligatorios para cada entidad de la zonificación; así como también indicar las normas de morfología de la edificación.

1.3.2. Específicos:

Así mismo, son objetivos en particular de este programa, los que se mencionan a continuación y que tiene que ver con el ámbito de aplicación del mismo:

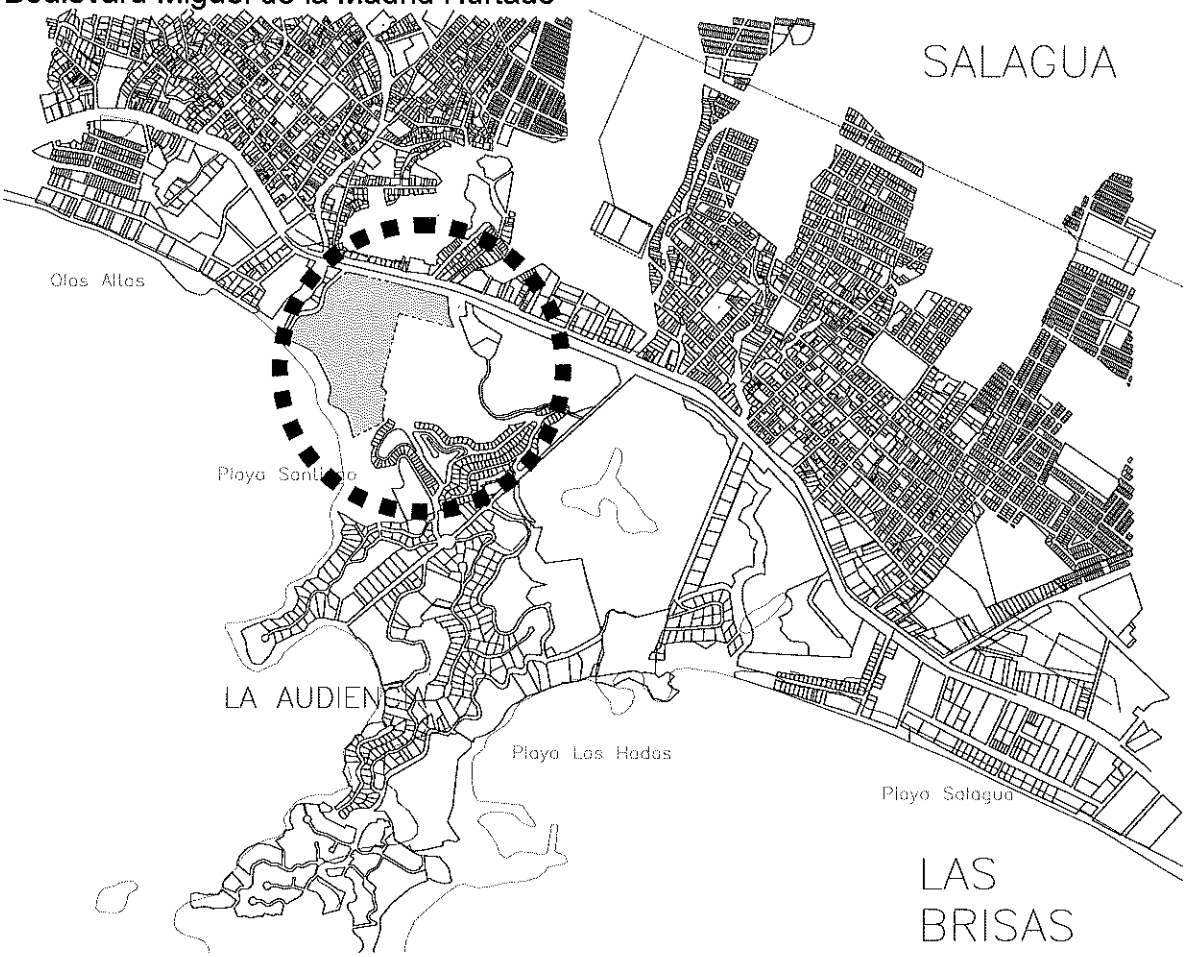
- Proveer de un total de **6** lotes urbanizados incluyendo los de área de cesión. Para la zona Turística donde se pretenden desarrollar lotes TH y zona comercial.
- Ordenar y orientar el desarrollo urbano de la ciudad de Manzanillo, Col., abriendo al crecimiento urbano una superficie de **11-68-67.77Has**., las cuales deberán ocuparse conforme a las disposiciones de este programa.
- Procurar la integración y preservación del entorno natural de una manera adecuada y equilibrada, buscando la armonía entre el medio físico natural y el transformado.

2. FASE DE DIAGNOSTICO

2.1 LOCALIZACIÓN Y DELIMITACION

2.1.1. Del área de aplicación

El predio donde se desarrollará el presente programa parcial se localiza por el Boulevard Miguel de la Madrid Hurtado



2.1.3. Medio físico natural

Topografía: El sitio de proyecto se encuentra emplazado en un área rústica de suelos cerriles, con topografía muy pronunciada en algunas partes y algunas partes donde las pendientes no son tan abruptas.

En cuanto a la vegetación, el predio presenta una cubierta del tipo arbustiva, de tipo secundario, con pastizales propios los suelos agrícolas. Al interior presenta únicamente algunas especies arbóreas, sobre todo en la parte cerril.

2.1.3. Medio físico transformado

Energía eléctrica y alumbrado público: el predio cuenta con la factibilidad de suministro de esta energía, lo cual quedó ratificado en el oficio número **PAyCZM-284/2007** emitido por la Superintendencia de la zona Manzanillo de la Comisión Federal de Electricidad.

Agua potable y alcantarillado: para el suministro de agua potable, el organismo operador en este caso **CAPDAM** otorga la factibilidad condicionado a los dos siguientes puntos:

1. Al cumplimiento de la empresa **DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES S.A. DE C.V.** del convenio de fecha 8 de enero de 2007.
2. Construir por parte de la empresa desarrolladora la infraestructura hidráulica y sanitaria interna del fraccionamiento "**LA CIMA**" las conexiones de agua potable y alcantarillado necesarias.

Lo anterior de conformidad con el oficio número **DIR. 458/2007** emitido por la Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo CAPDAM a favor de la empresa **DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES S.A. DE C.V.**

4. ESTRATEGIA DE DESARROLLO.

4.1. ZONIFICACIÓN

4.1.1. COMPATIBILIDAD DE USOS DEL SUELO:

Integran el presente proyecto, las zonas Turístico Hotelero de Densidad media (**TH-3**), Corredor Urbano Mixto Intensidad Media (**MD-2**), Zonas para Espacios Verdes Y abiertos (**EV**), estas zonas estarán sujetas a los siguientes usos y destinos establecidos en el Reglamento de Zonificación.

ZONA	CATEGORÍA	GRUPOS PERMITIDOS
TH-3	PREDOMINANTE	ALOJAMIENTO TEMPORAL MIXTO
	COMPATIBLE	ALOJAMIENTO TEMPORAL RESTRINGIDO.
	COMPATIBLE	COMERCIOS Y SERVICIOS BÁSICOS
	COMPATIBLE	CENTROS DE DIVERSIÓN
	COMPATIBLE	CENTROS COMERCIALES
	COMPATIBLE	RECREACIÓN EN ESPACIOS ABIERTOS
	CONDICIONADO	VIVIENDA PLURIFAMILIAR
MD-2	PREDOMINANTE	VIVIENDA PLURIFAMILIAR VERTICAL
	PREDOMINANTE	VIVIENDA PLURIFAMILIAR HORIZONTAL
	PREDOMINANTE	VIVIENDA UNIFAMILIAR
	COMPATIBLE	ALOJAMIENTO TEMPORAL RESTRINGIDO.
	COMPATIBLE	ALOJAMIENTO TEMPORAL MIXTO
	COMPATIBLE	COMERCIOS Y SERVICIOS BÁSICOS
	COMPATIBLE	COM. Y SERV. ESPECIALIZADOS
	COMPATIBLE	CENTROS DE DIVERSIÓN
	COMPATIBLE	CENTROS COMERCIALES
	COMPATIBLE	COMERCIOS Y SERVICIOS. DE IMPACTO MAYOR
	COMPATIBLE	OFICINAS DE PEQUEÑA ESCALA
	COMPATIBLE	OFICINAS EN GENERAL
	COMPATIBLE	MANUFACTURAS DOMICILIARIAS
	COMPATIBLE	MANUFACTURAS MENORES
	COMPATIBLE	EQUIPAMIENTO URBANO BARRIAL
	COMPATIBLE	EQUIPAMIENTO URBANO GENERAL
	COMPATIBLE	ESPACIOS ABIERTOS
	CONDICIONADO	COMERCIO TEMPORAL
EV	PREDOMINANTE	RECREACIÓN EN ESPACIOS ABIERTOS
	COMPATIBLE	NINGUNO

Como se señala en el reglamento, los grupos de usos permitidos, en que se agrupan las actividades o giros que se pueden ejecutar en cada zona, tienen tres categorías:

Uso o destino predominante: es el o los usos o destinos que caracterizan de manera principal una zona, siendo plenamente permitida su ubicación en la zona señalada;

Uso o destino compatible: es el o los usos que desarrollan funciones que pueden coexistir con los usos predominantes de las zonas, estando también plenamente permitida su ubicación en la zona señalada; y

Uso o destino condicionado: es el o los usos que tienen funciones complementarias dentro de una zona, estando sujetos para su aprobación al cumplimiento de determinadas condiciones establecidas previamente, o bien a la presentación de un estudio detallado que demuestre que no se causarán impactos negativos al entorno.

Las actividades o giros que es factible desarrollar dentro de los grupos permitidos, compatibles y condicionados, que se describen para cada zona, son las que exhaustivamente se detallan en el cuadro 3 del reglamento de zonificación, y como queda enunciado en el artículo 28 del mismo ordenamiento, los usos que no se clasifiquen en alguna de las tres categorías descritas, se consideran usos prohibidos y no deben permitirse en la zona señalada.

4.1.2. NORMAS DEL CONTROL DE LA EDIFICACIÓN.

Las zonas antes descritas se sujetaran a las siguientes normas de control de la edificación establecidas en el Reglamento de Zonificación.

ZONA	SUP. MIN.	FRENTE MÍNIMO	ALTURA MÁXIMA	ÍNDICE DE Edif.	COS	CUS	ESTACIONAMIENTO	RESTRICCIONES				
								F	P	L	%JARD	M. EDIF.
TH-3	5000	40	R	-	0.25	1	1	5	10	3	80	Abierto
MD-2	250	15	R	-	0.7	2.1	S/T	5	3	-	30	Varia
EV	S/N	Varia	R	-	0.05	0.05	S/T	-	-	-	-	Abierto

S/n= Según Norma R= Resultante de aplicar COS y CUS S/T= Según Tabla

S/N = SEGÚN NORMA S/T = SEGÚN TABLA SC = SEMICERRADO

SIMBOLOGÍA

CR = COMERCIAL Y DE SERVICIOS REGIONAL
C.O.S. = COEFICIENTE DE OCUPACIÓN DEL SUELO: Es el factor de superficie máxima de lote permitida para edificación.
C.U.S. = COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL SUELO: Es el factor del área máxima de edificabilidad en el lote.
DENSIDAD: SE REFIERE AL NUMERO DE VIVIENDAS POR HECTÁREA BRUTA DE TERRENO.
EST: ESTACIONAMIENTO: INDICA NUMERO DE CAJONES POR UNIDAD DE VIVIENDA O POR CANTIDAD DE M2. CONSTRUIDOS.

R= LA QUE RESULTE DE APLICAR LOS COEFICIENTES DE OCUPACIÓN Y DE UTILIZACIÓN DEL SUELO.

4.2. LOTIFICACIÓN

4.2.1. Memoria descriptiva del proyecto.

El predio que se pretende urbanizar tiene una superficie de **116,867.77m²** y comprende un total de **6** lotes de los cuales **3 Lotes se proyectan** con uso Turístico Hotelero de Densidad Media **(TH-3)**, **2** lotes con uso de Corredor Urbano Mixto Intensidad Media **(MD-2)** y un lote destinado para espacios verdes y abiertos.

El resumen general de áreas queda de la siguiente manera

RESUMEN GENERAL DE ÁREAS		
ÁREA VENDIBLE	89,927.89	76.95%
ÁREA DE CESIÓN PARA DESTINOS	20,337.04	17.40%
ÁREA DE CESIÓN PARA VIALIDAD	6,602.84	5.65%
TOTAL	116,867.77	100%

El cuadro de áreas por manzana y uso queda de la siguiente manera:

El calculo del área de cesión se obtuvo según lo establece el articulo **139** fracciones **III** y **VI** del Reglamento de Zonificación del estado, donde mencionan que las zonas Turístico Hoteleras de densidad media estarán obligados a ceder 10% de la superficie bruta, mientras que en las zonas de usos mixtos la cesión al ayuntamiento comprenderá el 20% de la superficie vendible a desarrollar.

En este sentido a continuación se presente el cálculo del área de cesión.

ZONA	SUPERFICIE	# LOTES	REQUERIMIENTO DE CESIÓN SEGÚN REGLAMENTO	A CEDER
TH-3	78,656.89	3	10%	**7,865.69**
MD-2	11,271.03	2	20%	**2,254.20**
			TOTAL =	**10,119.89m²**

En el presente programa se proyectó **1** lote para destinos de equipamiento urbano, **con destino de espacios verdes y abiertos.**

CESIÓN DE CALCULO	CESIÓN DE PROYECTO	SUPERÁVIT
10,119.89m²	**20,337.04m²**	**10,217.14m²**

3.4. Propuestas de equipamiento urbano:

La propuesta del presente desarrollo se puntualiza en un área verde, que es parte del cerro, para lo cual la empresa desarrolladora pretende que gran parte de esta área verde que mantenga su estado actual, solo se pretende construir caminamientos que lleve a pequeños miradores y áreas de descanso, de hecho existe un superávit de más del 100% dentro del proyecto.

3.5.2. Criterios de Ingeniería Urbana

Pavimentos:

Previamente a la pavimentación deberá hacerse un mejoramiento de terracerías realizando los cortes y terraplenes de acuerdo al proyecto, en el caso de terraplenes estos se harán en capas no mayores de 20 cm. compactadas al 90% próctor, la pavimentación se realizará con piedra bola junteada con el mismo material utilizado para la compactación, se construirán en las esquinas, cruceros a base de adoquín que servirán también para confinar el pavimento.

Banquetas:

Se construirán con una sección de 1.20 y 2.40 mts de ancho, hechas de concreto simple f`c=150 kg/cm2 en losas rectangulares terminado escobillado, la sección total de las aceras será de 1.80 y 3.00 mts., según diseño de vialidad anexo.

Machuelos:

Construidos de concreto precolado f`c=150 kg/cm2 con una sección en su corona superior de 10 cm., de espesor.

Arbolado y vegetación:

En este apartado y tratando siempre de armonizar con el paisaje local, de conformidad con las recomendaciones de las autoridades competentes en materia de ecología, las especies que se propondrán en el presente desarrollo serán las señaladas en el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Electrificación:

Se plantea un sistema híbrido; es decir, la red de baja tensión en forma subterránea, la red de alta tensón en forma aérea utilizando poste de concreto. El poste utilizado para el alumbrado público será tipo metálico de 5.00 m. de longitud

y se utilizaran luminarias de aditivos metálicos con sistema integral de ahorro de energía, para lo cual se presentara proyecto para la aprobación de C.F.E.

Drenaje Sanitario:

El proyecto contempla una red de drenaje, misma que conduce las aguas negras hacia la red municipal.

La excavación se hará con medios mecánicos en la red general y manual en las descargas, respetando normas y pendientes indicadas en el proyecto, el cual deberá ser aprobado previamente por el organismo operador de agua potable y alcantarillado, en este caso la CAPDAM. Se utilizara tubería de PVC sanitario con juntas herméticas en diámetros de 15, 20, 25 y hasta 30 cm., según se indique en los planos del proyecto, así mismo la afinación de la plantilla se hará con medios manuales de acuerdo a la pendiente del proyecto.

El relleno compactado se hará por medios manuales y con materiales producto de la excavación, con material libre de piedras y con pisón especial, debiendo esta primera capa llegar a 30 cm., arriba del lomo del tubo; se continuara en capas de 20 cm., humedeciéndose óptimamente el material para garantizar una compactación homogénea mínima del 90% próctor. Las características geométricas de los pozos de visita serán según diseño indicado en las normas de la C.N.A. y de acuerdo al proyecto autorizado.

Agua Potable:

La excavación se hará por medios mecánicos, la profundidad de las cepas será tal que queden de 0.70 a 0.95 mts., de colchón libre sobre el lomo del tubo, el ancho de las cepas mínimo será de 0.45 mts., mayor que el diámetro exterior del tubo.

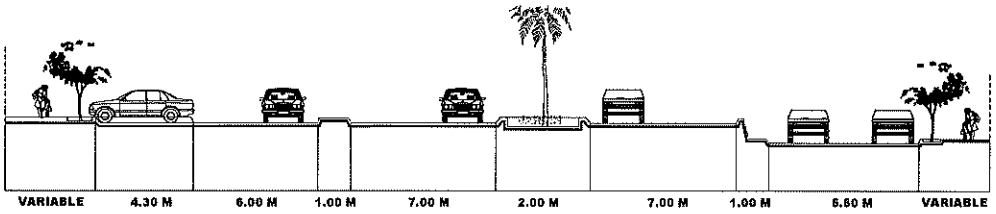
La tubería a utilizar será de PVC RD-26 con los diámetros y especificaciones señaladas en el proyecto, las piezas especiales serán de PVC y de fierro fundido, las válvulas con espigas de bronce. El junteo y las deflexiones máximas se harán según se indique en los manuales de instalación del fabricante. Se construirán atraques de concreto en cualquier cambio de dirección, en las tees, codos y puntos muertos el tamaño de los atraques dependerá del diseño que se marque en los planos del proyecto. Las tomas domiciliarias constaran de abrazaderas de PVC, conector recto de bronce, válvula de inserción de polietileno de alta densidad, llave de banqueta de ½" y medidor.

El relleno se hará con material producto de la excavación, protegiendo el tubo con material suave tanto en la plantilla como sobre el lomo del tubo; el relleno se hará con capas no mayores de 20 cm de espesor con humedad óptima proporcionada

por medios manuales a fin de lograr una buena compactación.

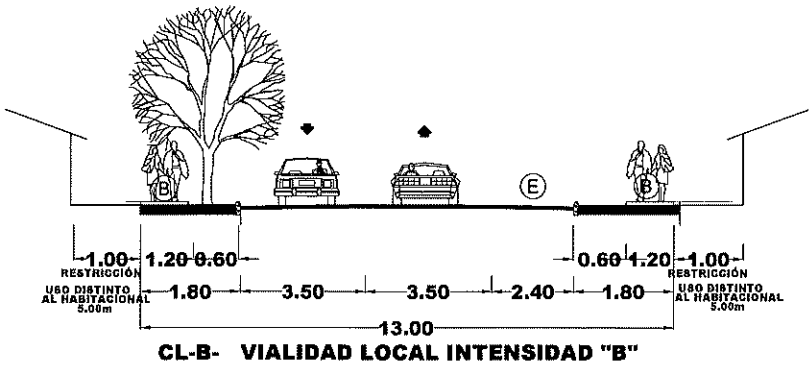
3.5.4. Criterios de Ingeniería Vial

El proyecto tendrá acceso directo a través del Boulevard Costero Miguel de la Madrid Hurtado, con una jerarquía de Vialidad Primaria según el Programa de Desarrollo Urbano. Dicha vialidad se encuentra actualmente construida en su sección total, se conforma por los cuerpos centrales separados por un camellón central y calles laterales.



VIALIDAD PRIMARIA (BOULEVARD 5)
(CRUCERO LAS BRISAS AL PUENTE DE SANTIAGO)

La vialidad que da acceso al interior del desarrollo "La Cima", se proyectó como Calle Local, con una sección de 13:00m, mismos que se distribuyen en dos cuerpos de circulación de 3.50m cada uno, un carril de estacionamiento de 2.40m y aceras de 1.80m en ambos lados.



CL-B- VIALIDAD LOCAL INTENSIDAD "B"

4. ACCIONES URBANAS

Para llevar a cabo los objetivos del Programa Parcial de Urbanización "**LA CIMA**", las acciones necesarias para lograr la adecuación espacial del predio, son responsabilidad del promotor en este caso la empresa **DYNAMICA DESARROLLOS SUSTENTABLES S.A. DE C. V.**, quinen está obligada de conformidad a lo dispuesto en el articulo **293** de la Ley de Asentamientos Humanos vigente en el Estado, a costear por su cuenta todas las obras de urbanización que se definen conforme al presente Programa y al proyecto ejecutivo que la autoridad municipal autorice.

Toda obra de construcción, modificación, reconstrucción o demolición, pública o privada, requerirá la autorización del Ayuntamiento de Manzanillo conforme a lo que establece las leyes y normatividad en materia de Desarrollo Urbano.

De igual manera y para dar cumplimiento al **Art. 146** fracción I del Reglamento de Zonificación, las áreas de cesión para destinos se habilitarán para su inmediata utilización, las correspondientes a espacios abiertos o áreas verde serán a costo total del urbanizador y a satisfacción de las autoridades municipales.