MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR

“RESIDENCIAL CHIHUAHUA III”

GRUPO ALTOZANO S.A.P.I DE C.V.

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

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

I.1. Proyecto

El proyecto "Residencial Chihuahua III", se ubica en el municipio de Chihuahua, Chihuahua, y contempla la preparación del sitio y construcción para el desarrollo de un fraccionamiento residencial, dentro del cual se identifican áreas verdes y vialidades, adicionalmente se contemplan macrolotes de equipamiento. El proyecto en total cuenta con una superficie total de 16.9747 ha en vegetación tipo matorral desértico microfilo, de las cuales 16.2889 ha estarán sujetas a cambio de uso de suelo.

I.1.1. Nombre del proyecto

"Residencial Chihuahua III"

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto "Residencial Chihuahua III", se localiza en el municipio de Chihuahua en el Estado de Chihuahua. Las coordenadas de la ubicación del proyecto son las siguientes:

Tabla I.1 Coordenadas del centroide del área del proyecto.

Coordenadas geográficas del centroide del proyecto	
Latitud	28°37´44.24" N
Longitud	106°9'35.18" O
Altura sobre el nivel del mar	1529 msnm

Se anexan las coordenadas de los polígonos propuestos.

ANEXO 9

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El desarrollo del proyecto denominado "Residencial Chihuahua III" contempla una vida útil de 50 años, sin embargo las etapas de preparación del sitio y construcción se llevarán a cabo aproximadamente en 10 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

Se anexa la documentación legal del proyecto denominado "Residencial Chihuahua III"

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Grupo Altozano S.A.P.I. de C.V.

I.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

[redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

I.2.4. Dirección del Promovente

[redacted]

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de Impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

[redacted]

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.3.4 Dirección

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto "Residencial Chihuahua III", se ubica en el municipio de Chihuahua, Chihuahua, y contempla la preparación del sitio y construcción para el desarrollo de un fraccionamiento residencial, dentro del cual se identifican áreas verdes y vialidades, adicionalmente se contemplan macrolotes de equipamiento. El proyecto en total cuenta con una superficie total de 16.9747 ha en vegetación tipo matorral desértico microfilo, de las cuales 16.2889 ha estarán sujetas a cambio de uso de suelo.

Objetivo general

El proyecto contempla preparación del sitio y construcción para el desarrollo de un fraccionamiento residencial, vialidades y zonas de equipamiento, promoviendo un nodo de desarrollo económico, logístico, y de innovación, así como un lugar atractivo para invertir en la ciudad.

Objetivo especifico

El presente proyecto contempla la preparación del sitio y construcción de un área para la urbanización de un fraccionamiento residencial, el cual cuenta con lotes habitacionales, vialidades, y equipamiento.

Las etapas del proyecto incluyen las siguientes actividades durante su ejecución:

Tabla II.1. Etapas y actividades del proyecto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Desmonte
	Despalme
Construcción	Terracerías
	Infraestructura eléctrica e hidrosanitaria

II.1.2 Selección del sitio

Es importante destacar que para tomar la decisión de invertir en el proyecto y dar cumplimiento con las disposiciones establecidas por la normatividad aplicable en materia de desarrollo urbano y medio ambiente, se consideraron diversos análisis económicos, ambientales y de seguridad, los cuales se mencionan a continuación:

<u>Estudios económicos</u>

La rentabilidad económica del proyecto representa un importante aspecto a considerar, ya que la instalación de este tipo de proyectos requiere de una importante inversión inicial, el cual será fuente de derrama económica para el municipio.

<u>Riesgo y Seguridad</u>

En relación a los aspectos de seguridad, el sitio fue seleccionando y diseñado atendiendo los aspectos de seguridad principalmente, debido a las condiciones en las que se encuentra el municipio en riesgos. La zona presenta una baja vulnerabilidad social y baja presencia de fenómenos perturbadores de acuerdo con el Atlas de Riesgo. De acuerdo al Atlas de riesgos del Municipio de Chihuahua del año 2022, elaborado por CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres y CNPC Coordinación Nacional de Protección Civil Chihuahua, el área de predio se encuentra fuera de las zonas de inundación, mismo que se respalda con los datos obtenido de la página de CENAPRED, que para un periodo de retorno de 100 años lo clasifica como bajo.

Figura II. 1. Mapa base CENAPRED

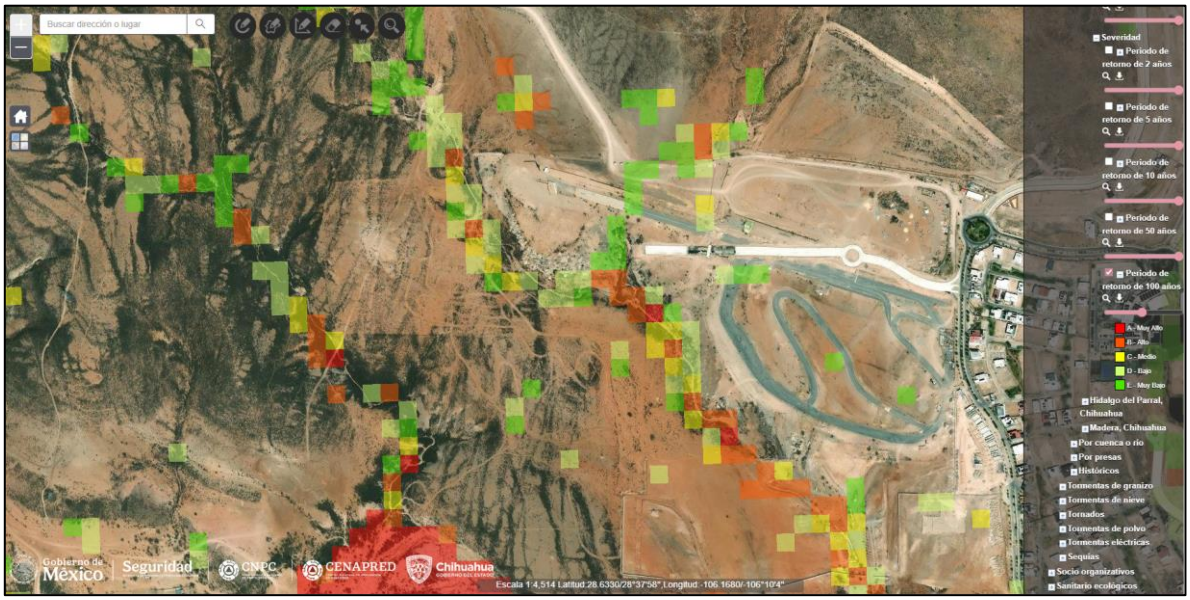
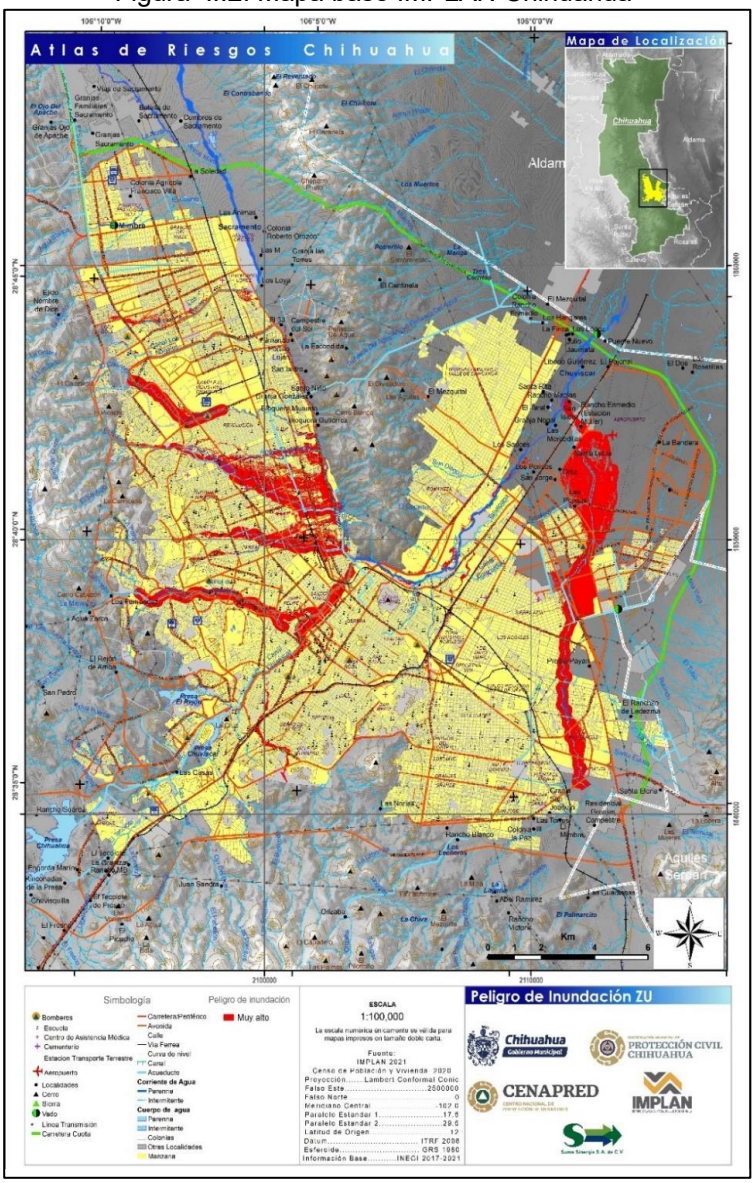


Figura II.2. Mapa base IMPLAN Chihuahua



Desarrollo Urbano

El desarrollo urbano fue considerado como un aspecto muy importante para la selección del sitio, ya que se buscó que el predio sea compatible con el destino señalado por el plan de desarrollo urbano, así como aspectos de accesibilidad, y al equipamiento disponible y colindante.

Condición ambiental

La selección del sitio bajo la condición ambiental tuvo como objetivo identificar especies vegetales y de fauna que pudieran encontrarse en estatus especial bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El área no se localiza en áreas naturales protegidas, arqueológicas e históricas.

La vegetación presente corresponde a tipo matorral desértico micrófilo donde se pueden apreciar dominancia de las especies arbustivas y herbáceas. El proyecto considera someter a evaluación el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales para las actividades previas al proyecto contemplado en el presente estudio.

Factibilidad de Agua Potable y Drenaje Sanitario

La zona del proyecto contempla el desarrollo de infraestructura básica de manera autosuficiente para la dotación de servicio de agua potable y drenaje sanitario.

Factibilidad de Energía Eléctrica

Se considera como parte del desarrollo del proyecto el suministro de energía eléctrica ante la Comisión Federal de Electricidad, dicho organismo determina el consumo de energía eléctrica requerido por el proyecto y evalúa la capacidad de la infraestructura instalada en la zona.

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El área donde se pretende desarrollar el proyecto "Residencial Chihuahua III" se ubica en Lote de fusión de Parcela 91, Parcela 92 y Parcela 102, de la zona 3, polígono 1/1, Ejido Labor de Dolores, en la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua.

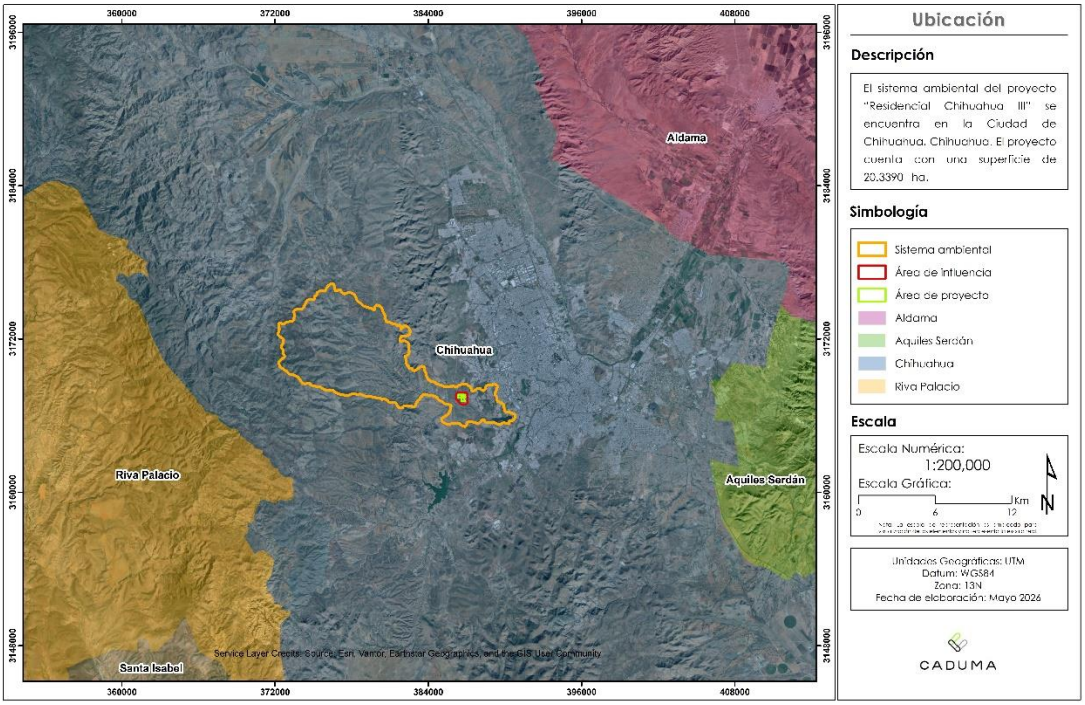
Tabla II.2 Coordenadas del centroide del área del proyecto.

Coordenadas geográficas del centroide del proyecto	
Latitud	28°37´44.24" N
Longitud	106°9'35.18" O
Altura sobre el nivel del mar	1529 msnm

Se anexan coordenadas de los polígonos propuestos.

ANEXO 9

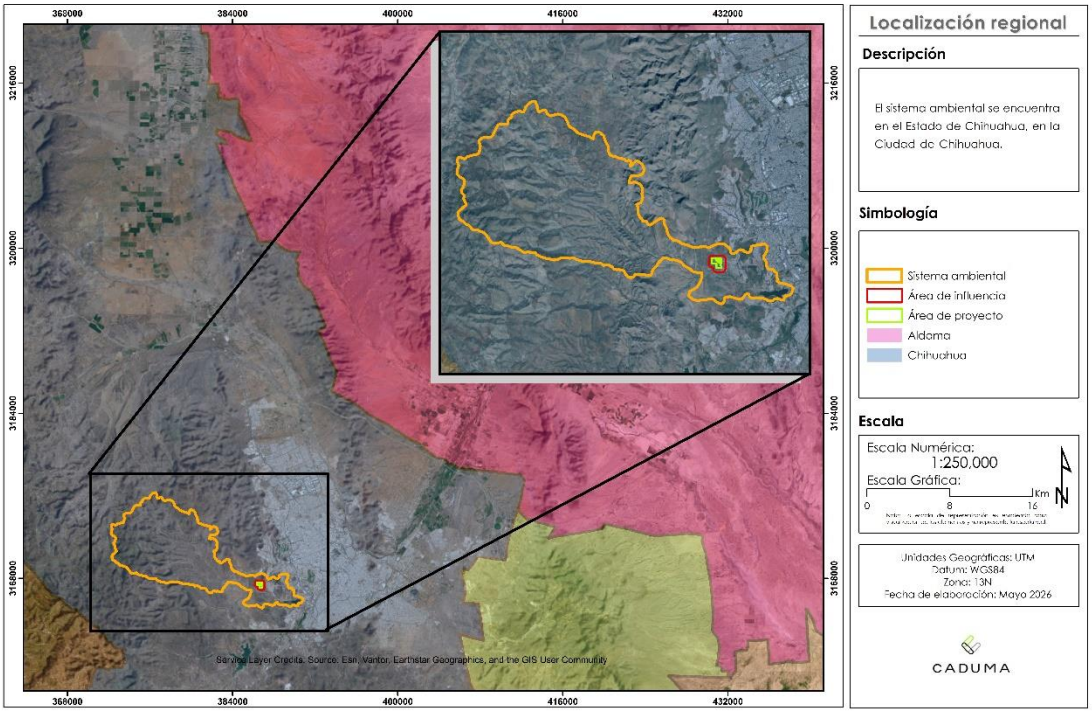
Figura II.3. Ubicación del proyecto.



Representación gráfica regional

El proyecto tiene una ubicación regional en el Estado de Chihuahua, Municipio de Chihuahua.

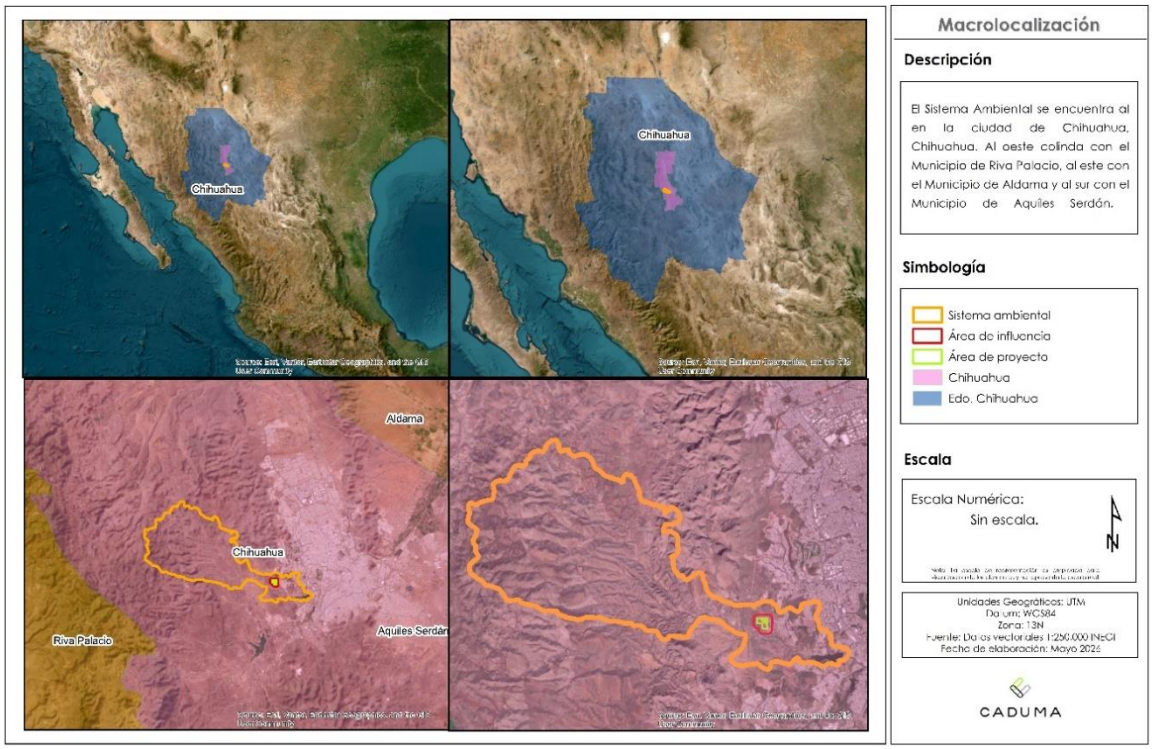
Figura II.4. Localización regional.



Representación gráfica local

En la Figura II.5 se puede observar de manera desglosada los diferentes acercamientos al área del proyecto con respecto a la República Mexicana y el Estado de Chihuahua.

Figura II. 5. Macro-localización dentro del municipio de Chihuahua, Chihuahua.



II.1.4 Inversión requerida

El monto total de inversión para el desarrollo del proyecto planteado es de [redacted]

Tabla II.3. Inversión requerida.

Concepto	Monto
Inversión	[redacted]

Adicionalmente se presenta la estimación de costos para la aplicación de las medidas de mitigación.

Tabla II.4. Estimación de costos medidas de mitigación.

Medida	Costo $ (MXN)
Reforestación	948,300.00
Rescate y reubicación de flora	1,129,690.00
Rescate y reubicación de fauna	1,390,690.00
Obras de conservación de suelos	408,150.00
Medidas generales	2,175,850.00
Total	6,052,680.00

II.1.5. Dimensiones del proyecto

De acuerdo a las características constructivas del proyecto, a continuación se muestran las dimensiones de la obra.

Tabla II. 5. Superficies generales

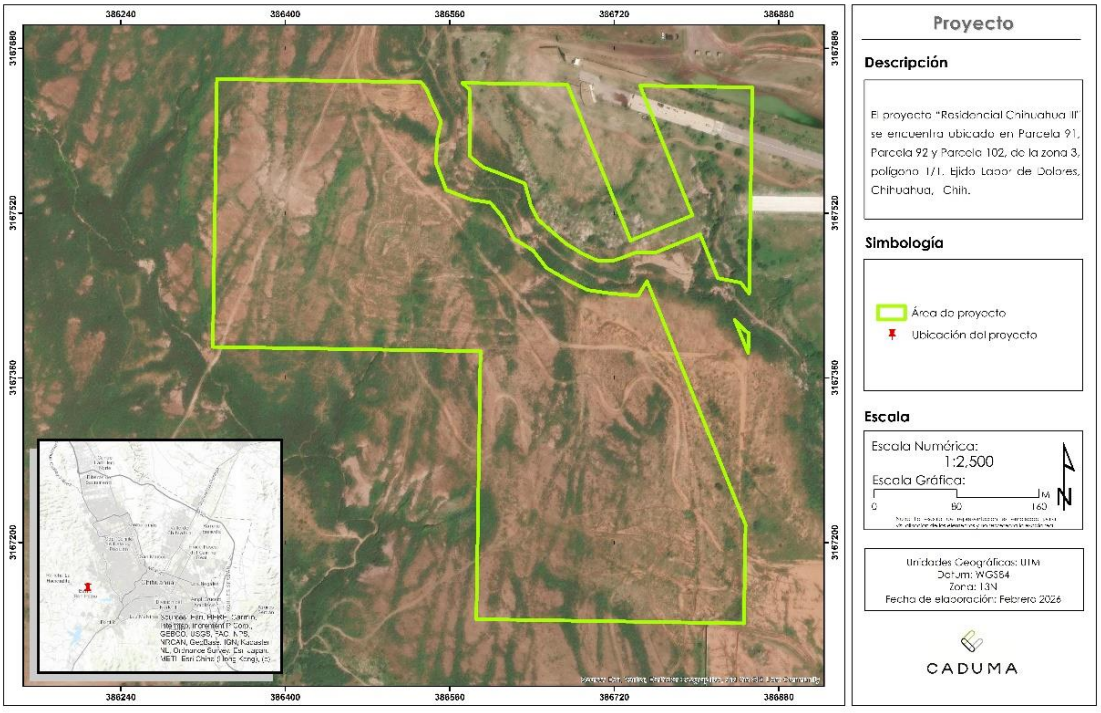
Área	Superficie ha
Superficie total del terreno	**20.3390 ha**
Sistema ambiental	8,451.8440 ha
Área de influencia	73.6946 ha
Área de proyecto	16.9747 ha
Área de Proyecto sujeta a CUSTF	16.2889 ha

Cabe mencionar que las áreas denominadas "Sin lotificación etapa 1" y "Sin lotificación etapa 2", refieren a los macrolotes que se pretenden desarrollar en el proyecto como equipamiento.

Tabla II. 6. Superficies de proyecto.

Área	Superficie ha
Vialidad principal (Av. Mohinora)	0.511 ha
Paseo del sotol etapa 1	3.8201 ha
Paseo del sotol etapa 2	2.4749 ha
Sin lotificación etapa 1	2.7366 ha
Vialidades	0.06 ha
Sin lotificación etapa 2	1.0247 ha
Paseo del madroño	6.3474 ha
Superficie total	**16.9747 ha**

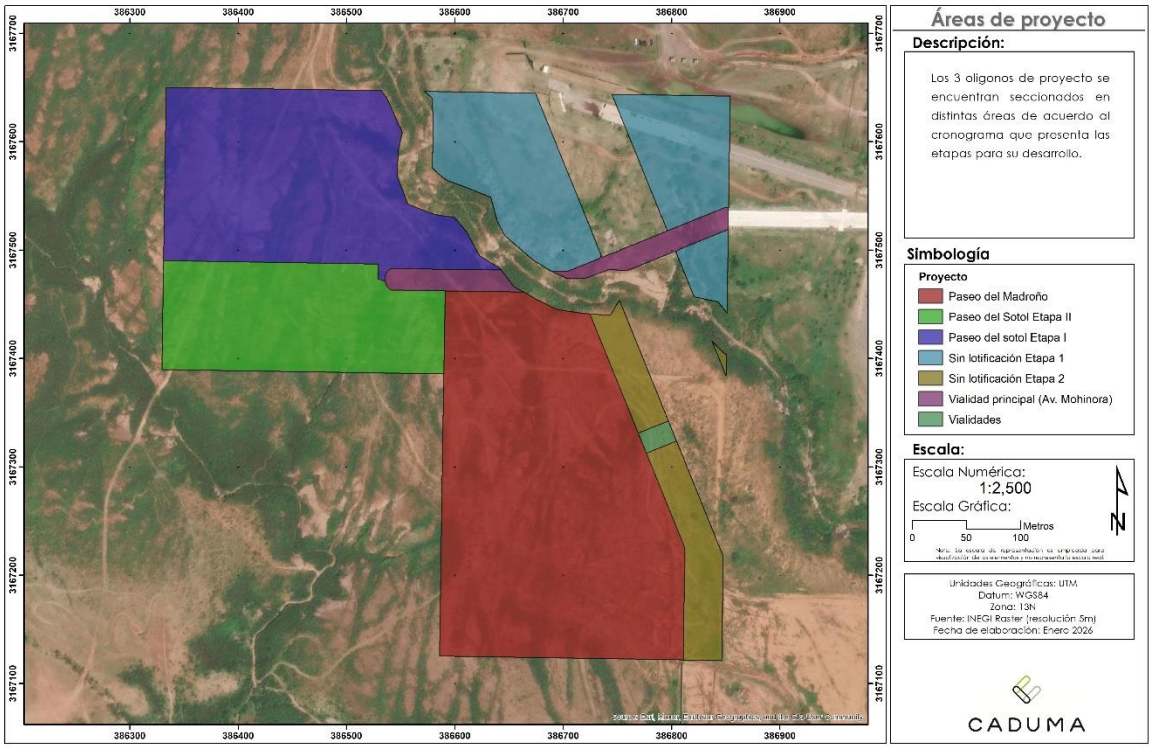
Figura II.6. Polígono de Proyecto.



Se anexa cartografía del proyecto

ANEXO 1

Figura II.7. Áreas de Proyecto.



II.1.6 Uso actual del suelo

Los usos actuales que se llevan a cabo en el área del proyecto son en su totalidad de Preservación Ecológica Primaria. Hacia al norte del proyecto podemos encontrar un uso de suelo autorizado de Habitacional H35.

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Programa general de trabajo

Tabla II 7. Cronograma de actividades.

Cronograma de actividades											
Etapas y actividades del proyecto		Tiempo (años)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etapa 1	Vialidad principal (Av. Mohinora)										
	Paseo del sotol etapa 1										
	Paseo del sotol etapa 2										
	Sin lotificación etapa 1										
Etapa 2	Vialidades										
	Sin lotificación etapa 2										
	Paseo del madroño										
Actividades											
Preparación del sitio											
	Desmonte y despalme										
Construcción											
	Trabajos de terracería										
	Infraestructura eléctrica e hidrosanitaria										

II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete

II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se propone la instalación de contenedores para los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Oficina móvil

Remolque equipado con oficinas, las cuales tendrán una dimensión aproximada de 6m* 2.5 m

Almacén de materiales y equipo

Consiste en un almacén temporal para el resguardo de maquinaria y equipo, el cual será ubicado en el interior del predio. Su estructura será de madera con techo de lámina y paredes de lámina.

Residuos de manejo especial y sólidos urbanos

Para la disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se contará con contenedores que permitan su disposición temporal en lo que son enviados a sitios de disposición permanente autorizados.

II.2.3 Preparación del sitio

Etapa que se refiere a la preparación del terreno para permitir la construcción. Consiste en realizar el trazo del polígono, limpiar el área de residuos y de materia orgánica que se pudiera encontrar, excavación y nivelación en el área del proyecto, por lo que las tareas de preparación corresponden a un periodo de tiempo de 1 año.

Desmonte

El desmonte consiste en la eliminación de vegetación herbácea y arbustiva que se encuentren sobre el área del proyecto o que por las características del mismo pudieran inferir en la construcción o especificaciones constructivas.

El desmonte contempla específicamente las siguientes actividades:

Marqueo

Todo el estrato arbustivo se señalará con flejes, por personal técnico designado por la empresa, en conjunto con el responsable técnico forestal, además de los encargados de las propiedades que abarca el CUS.

Derribo, desrame y troceo

Una vez realizada la señalización, se procede con el derribo del estrato arbustivo, para lo cual se utiliza motosierra.

Para dar inicio con esta actividad se realiza el retiro de ramas que obstaculicen el acceso al tronco para proceder al derribo. El procedimiento de derribo consiste en realizar dos cortes en forma de "uso" en el lado hacia donde se quiere que caiga el arbusto, y un tercer corte del lado contrario para cortar definitivamente el tronco más grande.

Una vez derribados arbustos se llevará a cabo el desrame total del mismo utilizando motosierra, posteriormente es seccionado el fuste en trozos más pequeños para facilitar el traslado. El residuo del desrame podrá ser apilado para su posterior pica y dispersión en el área de corta para su reintegración al suelo.

En lugares donde el estrato arbustivo sea de talla pequeña el desmonte se ejecutará con maquinaria pesada, retirando el material vegetal a un lugar designado previamente.

Acarreo de material

Consiste en el transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación de terraplén.

Control de los desperdicios del aprovechamiento

Todo el material no aprovechable (corteza y ramas muy delgadas) se picará y colocará en el sitio para su reintegración al suelo durante el despalme.

Despalme

Consiste en la eliminación de la capa de suelo con materia vegetal, el cual tiene como objetivo evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable. Esta actividad considera la eliminación de tocones y cubierta de suelo y vegetación remanente mediante el uso de maquinaria pesada (tractor de orugas, retroexcavadora, cargador frontal, camiones de volteo, pipas).

Los pequeños arbustos y vegetación silvestre serán eliminados por el despalme hasta su desenraice, procurando depositar la vegetación removida en un extremo del sitio para que ésta, por medio de su trituración y posterior descomposición orgánica se reintegre al suelo.

Remoción de suelo fértil

Dentro de las actividades a realizar en el despalme, se considera la recuperación del suelo orgánico u horizonte A, siempre y cuando se presente en el sitio. El nivel de extracción de la capa de suelo fértil puede variar en su profundidad dependiendo de las características del sitio. El material obtenido se reubicará para su almacenamiento en virtud de que será utilizado posteriormente para la rehabilitación y restauración del sitio con el propósito de que la vegetación encuentre un lugar favorable para su desarrollo.

Acarreo de material

Consiste en el transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación de terraplén.

II.2.4. Etapa de Construcción

Terracerías

Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenas y camas de corte, mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante, así como relleno para banquetas con material de banco cribado, se toma en cuenta la preparación previa de la superficie, humectación y acarreos.

Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

Consiste en la implementación de los servicios de electricidad, agua potable y uso sanitario en todas las áreas necesarias, lo cual se llevará a cabo mediante la excavación de zanjas, instalación de tuberías para el cableado eléctrico y para la conducción de agua, recubrimiento de registros, colocación de implementos eléctricos, así como del equipamiento requerido, realizando además la conexión correspondiente a la red de agua potable y drenaje de la junta municipal de agua y saneamiento (JMAS).

II.2.4.1 Personal de obra

El número de empleados que serán requeridos durante el desarrollo del proyecto es de un total de 84.

En la tabla II.8 se puede observar el número de empleados en relación a sus actividades o puestos.

Tabla II.8. Generación de empleos por el desarrollo del proyecto.

Listado personal ocupado en la obra	
No. De empleados	**Personal**
4	Maestro fierreros
6	Ayudantes fierreros
4	Maestro de cimbra
6	Ayudantes de cimbra
20	Maestro blockeros
20	Ayudantes blockeros
10	Ayudantes general
4	Sobrestantes
2	Ing. Civil
2	Ing Eléctrico
2	Operador de retroexcavadora
2	Operador de Grúa
2	Operador de piloteador

II.2.4.2 Equipo y maquinaria

En la siguiente tabla se muestra el listado de equipo y maquinaria que será empleada durante las actividades que componen el desarrollo del proyecto.

Tabla II.9. Relación de equipos y cantidad.

Equipo	
Concepto	**Cantidad**
Excavadora	4
Tractor topador	1
Cargador frontal	1
Camión	1
Motoconformadora	1
Retroexcavadora	2
Pipa	2
Vibrocopactador	1
Trituradora	1

II.2.5. Etapa Operación y Mantenimiento

Este proyecto no contempla las etapas de operación y mantenimiento.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Este proyecto no contempla obras complementarias.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio

Se espera se continuar con la prestación de servicios por un tiempo de 50 años, asimismo una vez urbanizado y habilitado se integrará a la estructura urbana del centro de población.

La etapa de abandono de sitio en las etapas que comprende el presente proyecto, se realizará en apego a la normativa correspondiente y se notificará por escrito a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y presentará la solicitud de abandono de sitio y estudio respectivo, de acuerdo con lo señalado en la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua, así como las disposiciones que establezca la autoridad en materia ambiental.

Al terminar las operaciones se pretende realizar las siguientes actividades:

- Retiro de maquinaria
- Limpieza del sitio

<u>Retiro de maquinaria</u>

Consiste en transportar fuera del área de proyecto toda la maquinaria y equipo que ya no sea requerida, teniendo en cuenta que este proceso debe ser planificado y ejecutado con cuidado para asegurar que el área quede en las mejores condiciones.

Limpieza del sitio

Consiste en el retiro de material y cualquier otro residuo presente en el área que pudiera haberse producido durante las actividades realizadas.

II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Generación de residuos

- No peligroso

Durante las distintas etapas del proyecto, el primer tipo de residuo que será generado es residuos vegetales producto del desmonte y despalme, los cuáles serán destinados a sitios autorizados.

Por otro lado se producirán residuos de tipo doméstico como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra, estos residuos serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de aluminio, vidrio, residuos, orgánicos entre otros. Estos residuos se almacenarán temporalmente en contenedores rotulados y se dispondrán por alguna empresa particular contratada para este fin. La taza de generación de residuos domésticos es de 0.2/ kg/trabajador/día.

Tabla II.10. Generación de residuos no peligrosos.

Tipo de residuos	Cantidad	Disposición o Vertido Final	Etapa
Residuos Orgánicos, Plástico, Cartón y Papel	0.86 kg/día/trabajador	Relleno sanitario municipal/planta separadora	Preparación del sitio y construcción

- Peligrosos

En cuanto a Residuos Peligrosos Sólidos, se prevé la generación de: estopas y trapos impregnados con grasas y aceites. Estos Residuos también estarán a cargo de una empresa contratada para tal fin, la cual deberá dar la disposición definitiva de dichos materiales.

Tabla II.11. Generación de residuos peligrosos.

Residuo	Etapa en la que se genera	Clasificación CRETIB
Estopas y trapos impregnados con aceites y/o grasas	Preparación del sitio y construcción	T/ I

- Generación de aguas residuales

Respecto a la generación de aguas residuales, producto de los desechos humanos, en los frentes de obra se instalará 1 sanitario portátil por cada 15 trabajadores, y la empresa que rente el servicio, al dar el mantenimiento a dichos sanitarios se llevará los residuos correspondientes. Durante la operación, el complejo contará con instalaciones hidrosanitarias. En la siguiente tabla se muestra una estimación de la generación de aguas residuales:

Tabla II. 12. Generación de aguas residuales.

Residuo	Generación estimada (litros/persona/día)	Etapas
Aguas residuales	43	Preparación del sitio y construcción

- Emisiones a la atmósfera

Durante la preparación del sitio se generarán emisiones contaminantes a la atmosfera principalmente por el tránsito vehicular y de maquinaria. La siguiente tabla muestra los tipos de emisiones que se generarán durante estas etapas del proyecto.

Tabla II. 13. Generación de emisiones a la atmósfera.

Tipo de emisión	Fuente de emisión	Frecuencia	Etapa
Gases de combustión (SO_2, NOX, Hidrocarburos, CO, CO_2)	Maquinaria	Preparación del sitio y construcción	Preparación del sitio y construcción
Partículas suspendidas (PST, PM_{10}, $PM_{2.5}$)	Movimientos de tierras y circulación		

- Emisiones de ruido

Se estima que los niveles máximos de ruido que se generarán se encontrarán entre 90 y 96 dB(A) medidos a 1 m de la fuente generadora. El resto de las actividades incluidas en la obra no generarán ruido que alcance los 70 dB(A).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, los trabajadores deberán utilizar equipo de protección personal auditiva.

II.2.9. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Almacén temporal de residuos peligrosos

Estructura metálica (1)

El área destinada para el almacén será de 2 m de ancho por 2 m de largo y 2 m de altura respetando lo que indica el reglamento en mención. Se colocará una lámina como techo de lámina calibre 18, con base de estructura metálica PTR 2 1/2

Muros y piso (2)

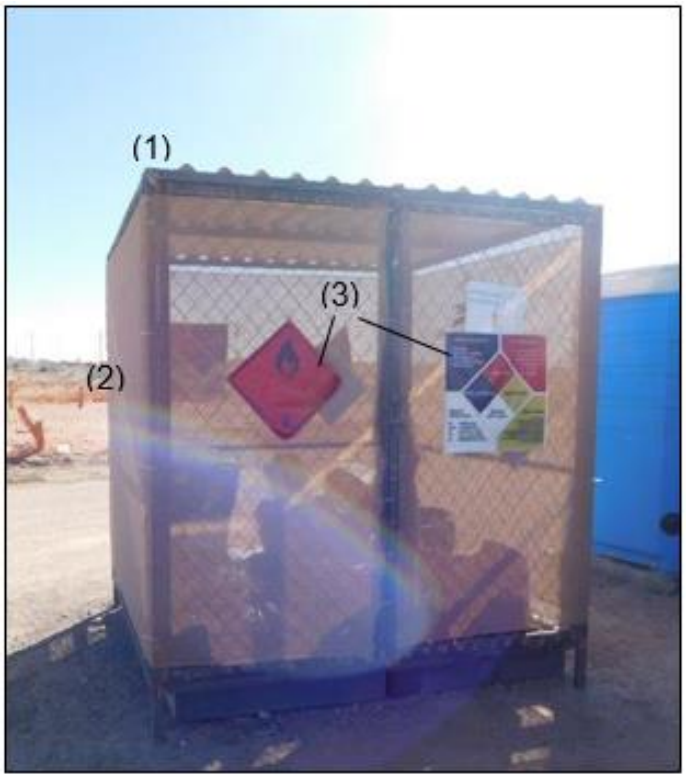
Se propone usar malla ciclónica galvanizada calibre 12 con malla sombra, para el piso se empleará membrana geo textil, al ser una superficie pequeña se contará con canaletas que intercepten el posible lixiviado que pudiera ocurrir de los residuos, al ser una cantidad mínima, estas permitirán su recolección de manera garantizada en lo que se soluciona el accidente. Cabe mencionar será un almacén en un lugar abierto, por lo que se contará con ventilación e iluminación natural.

Señalización (3)

Se contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles.

Los residuos peligrosos se almacenarán en contenedores cerrados que sean de material compatible con el residuo en cuestión sin exceder la duración de almacenamiento seis meses como lo indica el art. 84 del reglamento de la LGPGIR. Además se contará con un kit anti derrame en caso que llegará ser necesario ante una emergencia.

Figura II. 8. Ejemplo almacén temporal en espacio abierto.



III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Este capítulo tiene como finalidad analizar el grado de concordancia entre las características y alcances del proyecto con respecto a los diferentes instrumentos normativos y de planeación, e identificar los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad de la zona, así como aquellos que se relacionan con el proyecto y están regulados por la normatividad ambiental vigente.

III.1. Información sectorial

Uno de los objetivos que tiene el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chihuahua Visión 2040 es que la Ciudad de Chihuahua cuente con zonas diversas de gran actividad urbana cercanas a los hogares y empleos mejorando sustancialmente el aprovechamiento del espacio, para que los Chihuahuenses disfruten de espacios públicos y áreas verdes. Además de diversificar los equipamientos urbanos y los servicios, mezclando giros compatibles, cercanos a los usuarios e integrados a la imagen urbana destacando la presencia de áreas industriales de vanguardia respetuosas de nuestro medio ambiente.

Con base en lo antes mencionado, se considera que el proyecto en cuestión representa una propuesta que brindará atención a las prioridades de desarrollo para el municipio, además de dar cumplimiento a las políticas de crecimiento establecidas en el Plan Municipal de Desarrollo.

III.2. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) de México

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. El Gobierno Federal, a través de la SEMARNAT, le corresponde establecer las bases para que las dependencias y entidades formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural.

El POEGT tiene por objeto lo siguiente:

1. Llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley.

2. Establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para promover la preservación, la protección, la restauración y el aprovechamiento sustentable de los

recursos naturales; promover el establecimiento de medidas de mitigación tendientes a atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que pudieran causar las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF).

3. Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable y promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF, en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación, entre otras que sean necesarias.

Este programa se vincula con el proyecto ya que permite el desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente, de infraestructura que promueve la creación de espacios públicos que generan incremento en el aspecto económico de la localidad y atiende la demanda de vivienda que se presenta de acuerdo al crecimiento poblacional de la localidad.

El POEGT tiene como lineamiento, proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, por lo cual se aclara que las actividades del presente proyecto no pone en riesgo la preservación del medio ambiente, ya que los impactos generados con el establecimiento del proyecto serán compensados con la implementación y cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación propuestas, así como el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

En la estrategia 31 se menciona que se debe generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas, el presente proyecto se relación en el punto que contempla el contribuir al equipamiento de zonas en la periferia de la ciudad de Chihuahua, impulsando con ello la creación de trabajos temporales y permanentes, así como el desarrollo en la zona.

Plan Estatal de Desarrollo 2022 - 2027, Gobierno del Estado de Chihuahua

Para la construcción de este proyecto del Estado de Chihuahua, forma parte de las estrategias propuestas por el Plan Estatal de Desarrollo 2022 - 2027, el cual tiene previsto:

Objetivo: Impulsar acciones en materia de vivienda, suelo e infraestructura urbana, que ofrezca un desarrollo integral y de seguridad que garantice el derecho de una vivienda digna y decorosa para las familias chihuahuenses.

Eje 3: Ordenamiento territorial moderno y sustentable.

3.4. Vivienda digna y de calidad.

- Impulsar proyectos de infraestructura tanto en nuevos desarrollos como en zonas que requieran rehabilitación del entorno urbano.

- Impulsar proyectos en coordinación con instancias públicas y privadas que permitan desarrollar, aplicar, evaluar normas, tecnologías, técnicas y procesos constructivos que reduzcan costos, eleven la calidad y la eficiencia energética de la misma y propicien la preservación y el cuidado del ambiente y los recursos naturales.

De esta manera el Proyecto posee una vinculación directa con los objetivos presentes dentro del PED, fortaleciendo el crecimiento de obras de vivienda digna e infraestructura en el estado y como consecuencia generado empleos y atracción de inversión, sin dejar a un lado la mejora del medio ambiente.

Municipio de Chihuahua

El área de proyecto se encuentra en un sector con uso de suelo denominado Habitacional H35, el cual es compatible con el equipamiento urbano que pretende desarrollar el proyecto en mención.

III.3. Análisis de los Instrumentos Legislativos y Normativos

Fundamento Jurídico

El proyecto se fundamenta legalmente en base a las disposiciones correspondientes a los tres ámbitos de competencia: Federal, Estatal y Municipal, que dan sustento al proceso de planeación de desarrollo.

III.3.1. Ámbito de Competencia Federal

Tabla III. 1. Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Precepto Constitucional Evocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto.
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	
Artículo 4, Párrafo Quinto.	Este artículo establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, en propio equilibrio con el entorno en el que se habita, por lo tanto la construcción de este fraccionamiento contribuirá al desarrollo y bienestar de la población.

Tabla III. 2. Vinculación con Leyes Federales.

Precepto Constitucional Evocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	
Título I **Disposiciones Generales** **Capítulo I** **Normas Preliminares** **Art. 1º.**	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. En base a lo anterior, el presente proyecto se vincula ya que se realizarán actividades de desmonte y despalme en terreno forestal, por lo tanto el presente ETJ, procura la

	preservación y protección de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable, la preservación y la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales.
Título I **Disposiciones Generales** **Capítulo II** **Distribución de Competencias y Coordinación** **Art. 5º. Fracción X**	Es facultad de la Federación llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, toda vez que el proyecto que se pretende desarrollar contempla las actividades de desmonte y despalme como cambio de uso de suelo en terreno forestal.
Título I **Disposiciones Generales** **Capítulo IV** **Instrumentos De Política Ambiental** **Sección V** **Evaluación De Impacto Ambiental** **Art. 28. Fracción VII y X**	La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización. Destaca las obras o actividades que se deben someter al procedimiento de EIA mediante la presentación de un estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto deberán someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para determinar el posible daño que pudiera generarse al ambiente. En base a lo anterior, el presente proyecto se relaciona con la LGEEPA, por tratarse de un proyecto que se pretende desarrollar en cauce y zona federal y contempla las actividades de desmonte y despalme como cambio de uso de suelo en terreno forestal.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	
Sección Séptima Del Cambio De Uso De Suelo En Terrenos Forestales, Artículo 93.	Esta ley es vinculada y/o motivada al proyecto que nos ocupa, ya que al tratarse actividades de preparación del sitio (desmonte y despalme) en terreno forestal, lo cual requerirá de una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, todo esto en estricto apego a lo dispuesto en los artículos de la sección relativa al cambio de uso de suelo.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	
Artículo 2, Fracciones I, III, IV y VIII.	Se vincula con el proyecto para dar cumplimiento mediante medidas preventivas como la instalar y/o destinar sitios para el almacenamiento temporal de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial que se generen durante la construcción del centro de seguridad para el desarrollo, así como el puntualizar debidamente el uso y destino final de los mismos.
Ley General de Vida Silvestre	
Articulo 19	Se vincula el proyecto con este artículo ya que se deben observar las disposiciones de esta Ley y por consiguiente se adoptarán medidas para evitar y prevenir los efectos

	negativos que puedan ocurrir sobre la vida silvestre y su hábitat.
Articulo 31	Al momento de ejecutar el programa de rescate y reubicación de fauna es indispensable efectuarlo evitando causar sufrimiento o dolor a los ejemplares, es por ello que se hace la vinculación con este artículo.

Tabla III. 3. Vinculación con Reglamentos de Orden Federal

Reglamento	Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.	**Artículo 5, Inciso O) y R)**	El proyecto de la se vincula con el precepto ya que establece las obras y actividades que requieren una autorización en materia de impacto ambiental, en este caso por corresponder a una obra que se encuentra en cauce y zona federal y requiere un cambio de uso de suelo de área forestal.
	Artículo 10	Este precepto establece las obras que tienen que realizar su manifestación de impacto ambiental en modalidad particular, ya que en este caso no aplica a ninguna de las fracciones para considerarse regional.
	Artículo 12.	Se vincula con el proyecto ya que establece la información que debe contener la manifestación de impacto ambiental en modalidad particular.
Reglamento de Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	**Artículo 35 Y Artículo 40.**	En estos artículos nos establece de qué manera se clasifican los residuos peligrosos que generan las actividades propias de las etapas del del proyecto.
	Articulo 42 Y Articulo 43.	Se vincula ya que menciona las categorías y la forma de registrarse ante la Secretaria como generadores de residuos peligrosos.
	Artículo 68.	Se hace referencia a este artículo porque menciona el procedimiento a seguir cuando se concluya el proyecto y se dejen de generar residuos peligrosos.

III.3.2. Ámbito de Competencia Estatal

Tabla III. 4. Vinculación con la Constitución Política del Estado de Chihuahua.

	Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
Constitución Política del Estado de Chihuahua.	**Artículo 173, Párrafo Segundo**.	En este artículo se hace referencia a que los proyectos de obra pública deberán garantizar el desarrollo integral y sustentable, sean evaluables y tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad preservando el equilibrio ecológico, se considera que el proyecto se apega a estos criterios.

Con base a la legislación anteriormente citada, están debidamente fundadas y motivadas, a este proyecto, al estudiar y al analizar la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en todos y cada uno de los preceptos mencionados con antelación, los mismos se encuentran en total y estricto apego a lo mandado por tales legislaciones, sin que en estas hubiese prohibición alguna para llevar a cabo la ejecución del presente proyecto denominado "Residencial Chihuahua III".

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.

Las NOM´s que se establecen a continuación son aquellas que estas vinculadas de alguna manera con la ejecución del proyecto en sus obras y actividades a desarrollar en sus diferentes etapas, para facilidad del evaluador se describen de acuerdo a su materia:

Tabla III.5. Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas.

Precepto Constitucional Evocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2015 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	La presente norma de es observancia obligatoria para las emisiones de CO2, HC, CO y O2, generados por los vehículos automotores que emplean gasolina, el desarrollo de este proyecto generará las emisiones antes mencionadas debido a la operación de la maquinaria empleada durante las etapas del proyecto, por lo que la maquinaria contratada para este proyecto deberá de cumplir con su verificación vehicular y programa de mantenimiento preventivo los cuales evidencien el que las emisiones de ésta no rebasen los límites máximos establecidos por la presente norma.

NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	La presente norma de es observancia obligatoria para los límites de emisión de humo generada por los vehículos automotores que emplean diésel, en el desarrollo este proyecto debido a la operación de la maquinaria empleada, se generan emisiones de humo, por lo que la maquinaria contratada para este proyecto deberá de cumplir con su verificación vehicular y programa de mantenimiento preventivo los cuales evidencien el que las emisiones de ésta no rebasen los límites máximos establecidos por la presente norma.
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	La presente norma establece el manejo adecuado y la clasificación de los residuos peligrosos que por sus características puedan generar un riesgo para el equilibrio ecológico. El presente proyecto generará RP provenientes de actividades de las etapas del proyecto. El manejo y disposición final de estos deberá de apegarse a lo manifestado en la presente norma.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección (DOF, 14 de noviembre de 2019).	La aplicación de la Norma, se realizó durante la visita de campo al área del proyecto, ya que fue necesario realizar una identificación de las especies presentes, y una vez identificadas, se prosiguió a realizar un cotejamiento con la NOM-059-SEMARNAT-2010, Anexo Normativo III, publicado en el DOF el día 14 de noviembre de 2019 en la etapa de elaboración del estudio fue necesaria para poder determinar o excluir a las especies ubicadas en el predio del proyecto con las listadas en la Norma.
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	La observancia de la presente norma es referente a los límites de emisión de ruido generado por el escape de vehículos automotores, para el desarrollo de este proyecto durante la etapa de preparación del sitio, la maquinaria empleada generará emisiones de ruido, por lo cual esta deberá de recibir mantenimiento preventivo para el aseguramiento de un buen funcionamiento, el programa de obra estará sujeto al horario diurno para no causar mayores afectaciones.
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 mismo, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	La presente norma establece los lineamientos a seguir para el manejo, control y disposición de los residuos sólidos urbanos, los cuales por sus características y cantidades sean considerados residuos de manejo especial. El proyecto implementará acciones de manejo, separación y almacenamiento temporal de los residuos generados durante la preparación del sitio, para posteriormente disponerlos con empresas autorizadas.

III.4 Relación con Áreas de Importancia Ecológica.

Se analizó la relación del sistema ambiental del proyecto con las áreas de importancia ecológica, como resultado se encontró que se no se ubica dentro de alguna región hidrológica prioritaria y/o región terrestre prioritaria, así como que no se encontró relación con alguna área de importancia para la conservación de las aves.

III.4.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Sistema ambiental no se encuentra dentro de ninguna Región terrestre prioritaria. El área más cercana corresponde a la Sierra del Nido – Pastizal de Flores Magón, la cual se encuentra a una distancia de 10 km aproximadamente.

III.4.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El Sistema ambiental no se encuentra ubicado dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria, la más cercanas son Laguna de Bustillos y Cuenca Alta del Rio Conchos.

III.4.3 Áreas Naturales Protegidas

En el Sistema ambiental no se ubica dentro de algún Áreas Naturales Protegidas, la más próxima se encuentra a una distancia de 17 km del Sistema Ambiental.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SU INTERACCIÓN CON EL PROYECTO.

El presente apartado describe el entorno del Sistema Ambiental y la interacción con el proyecto, considerando los elementos bióticos y abióticos del ecosistema, así como las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro. La información que sea presentada representará la línea base de la calidad ambiental.

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental donde pretende establecerse el proyecto

El presente apartado define los límites y criterios empleados para la delimitación del ecosistema o Sistema Ambiental considerando el área donde se desarrollará el proyecto.

Es importante mencionar que el Sistema Ambiental hace una delimitación del ecosistema teniendo en cuenta a los diferentes elementos que lo integran, tanto bióticos como abióticos, en los que se incluyen, suelo, vegetación, hidrología, fauna, fisiografía, clima, entre otras que permitan su delimitación.

IV.1. 1. Justificación de la unidad de análisis delimitada.

Para la delimitación del Sistema Ambiental se consideró establecer un proceso de selección de componentes y delimitación del área, así en base a diversos factores se determinó la uniformidad y la continuidad de sus elementos y de sus procesos ambientales significativos, tales como flora, suelo, hidrología, geología, etc. con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se consideró conveniente la delimitación del Sistema Ambiental en el que se ubica el proyecto con la finalidad de determinar el ámbito del ecosistema con relación al proyecto, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se implementó el uso de Sistemas de Información Geográfica, en donde se utilizaron las cartas temáticas del INEGI, escala 1:250,000, donde mediante la integración de capas se pudo analizar la correlación de todos los componentes del ecosistema.

- Que el Sistema Ambiental donde se ubica el área del proyecto tiene una representación del ecosistema forestal en el que se desarrollará el proyecto.

- Abarca los tipos de vegetación presentes en el área donde se desarrollará el proyecto y donde este ejerce su influencia.

- Posteriormente se delimitó en base a los límites de tipo de vegetación, así como su hidrología y geología.

Así mismo se resaltan los siguientes elementos en referencia al Sistema Ambiental:

- El Sistema Ambiental se define como "Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento".

- En el Sistema Ambiental ocurren interacciones entre los aspectos económicos y sociales, relacionados a los bienes y servicios producidos en su área o que son proporcionados por el mismo ecosistema, en este caso la canalización del río Casas Grandes, relacionados también a los patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca y ambientales, relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores. Por ello, las acciones a desarrollarse en el Sistema Ambiental considerar todas estas interacciones.

- Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar un sistema ambiental, éste se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Por lo anterior la delimitación del Sistema Ambiental en base a todos los factores que componen el o los ecosistemas se estableció como la unidad adecuada como área de estudio o para términos prácticos Sistema Ambiental.

IV.1. 2. Delimitación del área de influencia

La delimitación del área de influencia tiene como finalidad establecer el área mínima de estudio en donde el desarrollo del proyecto tendrá influencia de manera directa (medio circundante inmediato donde las actividades indicen directamente) e indirecta (aquellas zonas alrededor del área de influencia directa que son impactadas indirectamente por las actividades del proyecto). Para definir el área de influencia directa se utilizó una herramienta de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) realizando un buffer de 200 metros a partir de cada lado del polígono donde está establecido el área del proyecto, esta delimitación se realizó a una distancia mayor hacia el lado sureste a fin de considerar todos aquellos impactos que puedan presentarse aguas abajo, resultando una superficie de 73.6946 ha como área de influencia.

IV.1. 3. Dimensión y características del proyecto

El proyecto "Residencial Chihuahua III" contempla las obras para un fraccionamiento habitacional.

El proyecto tendrá una superficie total del terreno de 20.3390 m^2 el cual se encuentra ubicado en un Lote de fusión de Parcela 91, Parcela 92 y Parcela 102, de la zona 3, polígono 1/1, Ejido Labor de Dolores, en la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua.

Así también se cuenta con las diversas acciones de mitigación ambiental, por lo que se prevé que el desarrollo de esta infraestructura tenga un alto grado de sustentabilidad al estar plenamente justificada social, económica y ambientalmente.

IV.1. 4. Priorización de componentes en base a la representatividad con el proyecto y área de influencia

Se consideró identificar y priorizar las capas de información de mayor relevancia para la delimitación del Sistema Ambiental considerando aspectos como:

- Interacción con el proyecto
- Fragilidad
- Escala de distribución

Tabla IV. 1. Priorización de componentes en base a la representatividad con el proyecto y área de influencia.

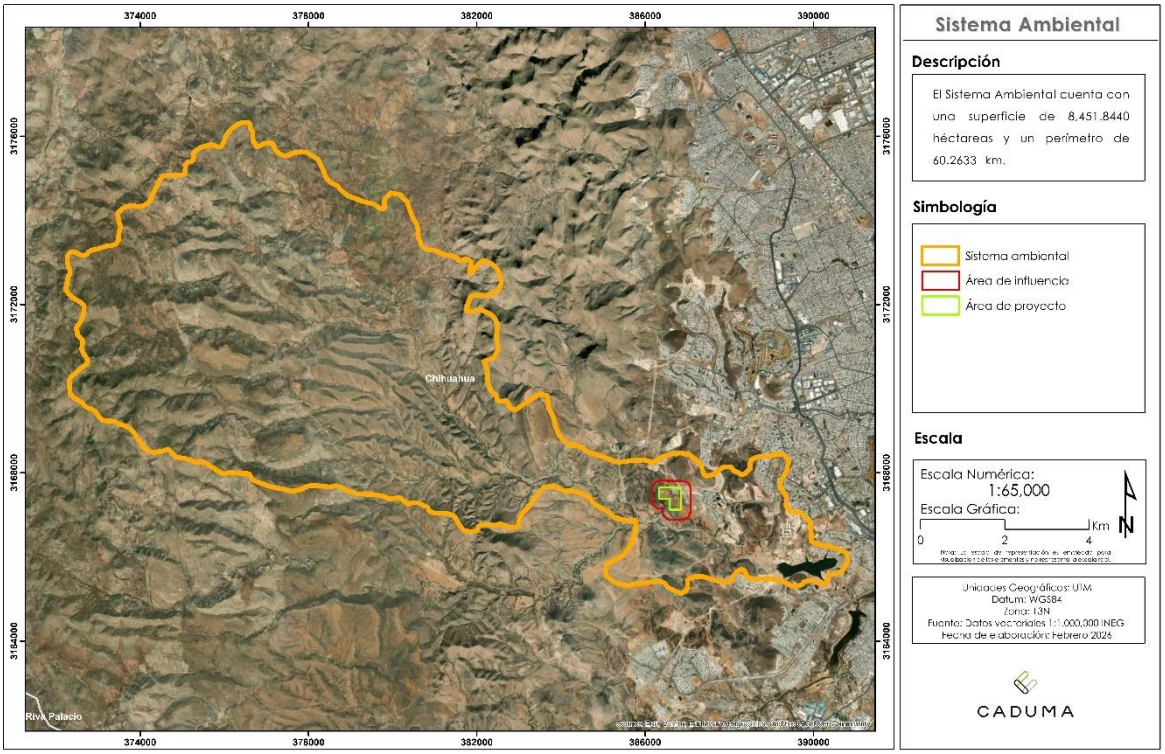
Capas de Información	Prioridad	Criterio de priorización
Uso de Suelo y Vegetación	3	El Sistema Ambiental está ubicado en 7 tipos uso de suelo y vegetación.
Hidrología superficial	2	El SA se encuentra dentro de una sola Región Hidrológica denominada Bravo - Conchos
Regiones Hidrológicas Prioritarias	9	Este elemento se asocia con la delimitación de las subcuencas por lo que se emplea como validación de la delimitación.
Sistema de Topoformas	4	La región está representada por dos sistemas de topoformas, predominando por llanuras tarahumaras en un 68.77%
Curvas de Nivel	5	No fueron consideradas como significativas para la delimitación del sistema ambiental.
Subcuencas y microcuencas hidrológicas	1	El proyecto tendrá una interacción directa con la subcuenca donde se ubica.
Geología	6	El SA se encuentra en distintos tipos de roca, dominado por Riolita Toba-Acida con el 60.86% de la superficie.
Provincias Fisiográficas	10	El SA se encuentra en Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras Tarahumaras.
Áreas Naturales Protegidas	11	El proyecto no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida por lo que este criterio no tuvo relevancia.
Unidades Climáticas	8	En el área del proyecto se presenta un tipo de clima y no influye en la delimitación del Sistema Ambiental.
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	12	No se consideró de gran relevancia debido a que no se ubican áreas de importancia en la región, sin embargo, hay áreas cercanas al SA.
Edafología	7	Se identificaron 5 unidades de tipo de suelo en el Sistema Ambiental.

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se utilizaron Sistemas de Información Geográfica y mediante el Modelo Digital de Elevación escala 1:250,000 (INEGI), se utilizaron las cartas temáticas, dando prioridad a las capas de hidrología, y uso de suelo y

vegetación, con estos datos se lleva un proceso de delimitación con la cual se obtuvo el Sistema Ambiental.

El Sistema Ambiental tiene una superficie total de 8,451.8440 ha. El área de influencia cuenta con una superficie total de 73.6946 ha. Mientras que el área del proyecto solo es de 20.3390 ha.

Figura IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental, área de influencia y área de proyecto.



IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

En esta sección se determinará la calidad ambiental del ecosistema, tomando en cuenta el conjunto de elementos que lo conforman, así como la afectación de los recursos naturales a los que afectará el proyecto, considerando la integridad funcional y capacidad de carga del ecosistema.

IV.2.1 Medio abiótico

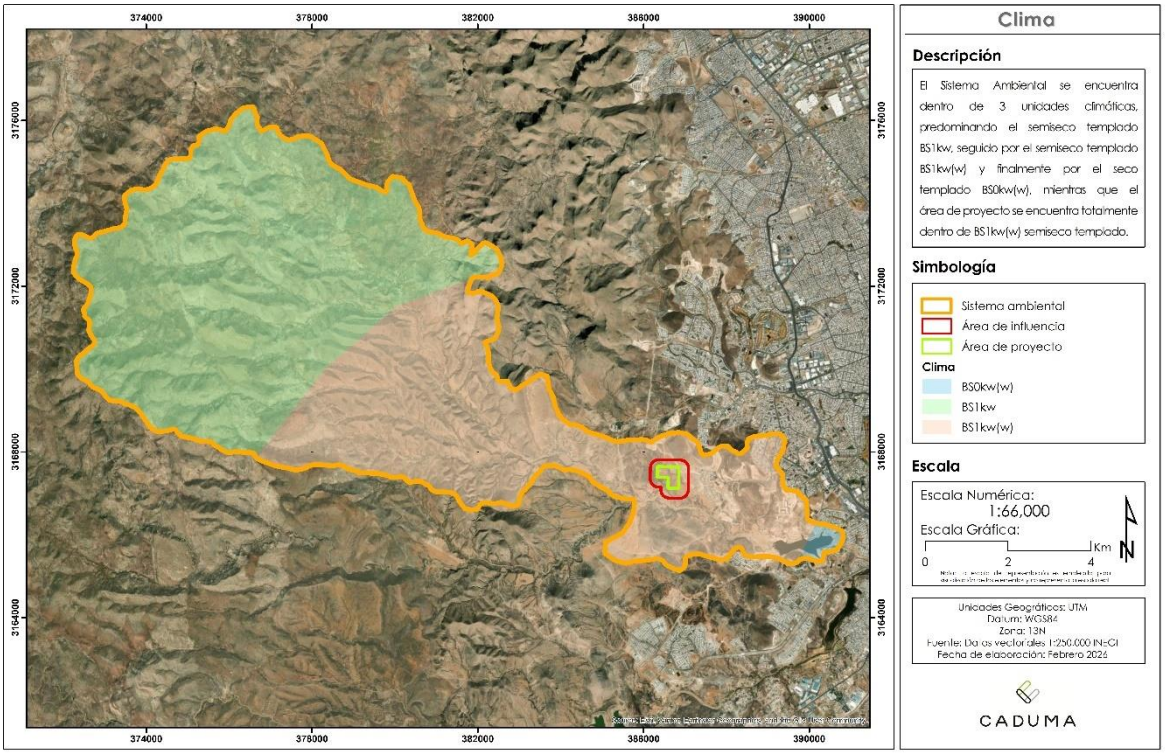
a) Clima

El tipo de clima presente de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García, es el siguiente:

Tabla IV. 2. Unidades climáticas dentro del Sistema Ambiental.

Clave	Unidad de Clima	% SA	Superficie (ha)
BS1kw	Semiseco templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, 37% temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C	55.76%	4713.1072
BS1kw(w)	Semiseco templado, con lluvias de verano con temperatura variable entre 12°C y 18°C.	43.54%	3679.8486
BS0kw(w)	Clima semiseco (seco templado) con temperatura variable entre 12°C y 18°C.	0.70%	58.8882
TOTAL		**100.00%**	**8,451.8440**

Figura IV. 2. Unidades de climas



Descripción del tipo de clima en el Sistema Ambiental, de acuerdo con el Diccionario de Datos Climáticos publicado por el INEGI para datos vectoriales:

BS1kw

Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18° C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

BS1kw(w)

Semiseco templado o estepario templado, con lluvias de verano y temperatura variable entre 12°C y 18°C, con meses más cálidos con temperaturas de menos de 22°C.

BS0kw(w)

Este clima corresponde a un tipo de clima semiseco (seco templado) caracterizado por tener mayor grado de humedad, con temperas que varían de los 12 a los 18°C y lluvias de verano.

Intemperismo severo (heladas, granizadas, etc.)

Las principales acciones de intemperismo presentes en la región son provocadas por eventos climatológicos como heladas y lluvias torrenciales, sin embargo, las condiciones del sitio no presentan susceptibilidad por estos fenómenos.

Temperatura media

Para determinar la condición climática del área de estudio se recurrió a los datos climatológicos de la estación cercana al área del proyecto. A continuación, se describen los datos climatológicos de las estaciones cercanas al área del proyecto. En la siguiente tabla se presenta el nombre, ubicación y altitud de la estación.

Tabla IV. 3. Estación climática.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Altura
8040	Chihuahua (OBS)	28.67055556°	-106.1302778	1,509 msnm
8185	Presa Chihuahua (Dge)	28.58333333°	-106.1666667	1,548 msnm

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, 2010.

Se presentan los valores climáticos respecto al área que abarcan el Sistema Ambiental, con respecto a la temperatura y precipitación final una vez ponderados los valores de las 2 estaciones climáticas.

Tabla IV. 4. Temperatura media mensual.

Mes	Temperatura (°C)
Enero	9.71
Febrero	11.97
Marzo	15.18
Abril	18.87
Mayo	23.04
Junio	26.33
Julio	25.19
Agosto	23.99
Septiembre	22.15
Octubre	18.92
Noviembre	13.59
Diciembre	10.44
Anual	18.28

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, 1981-2023.

Precipitación

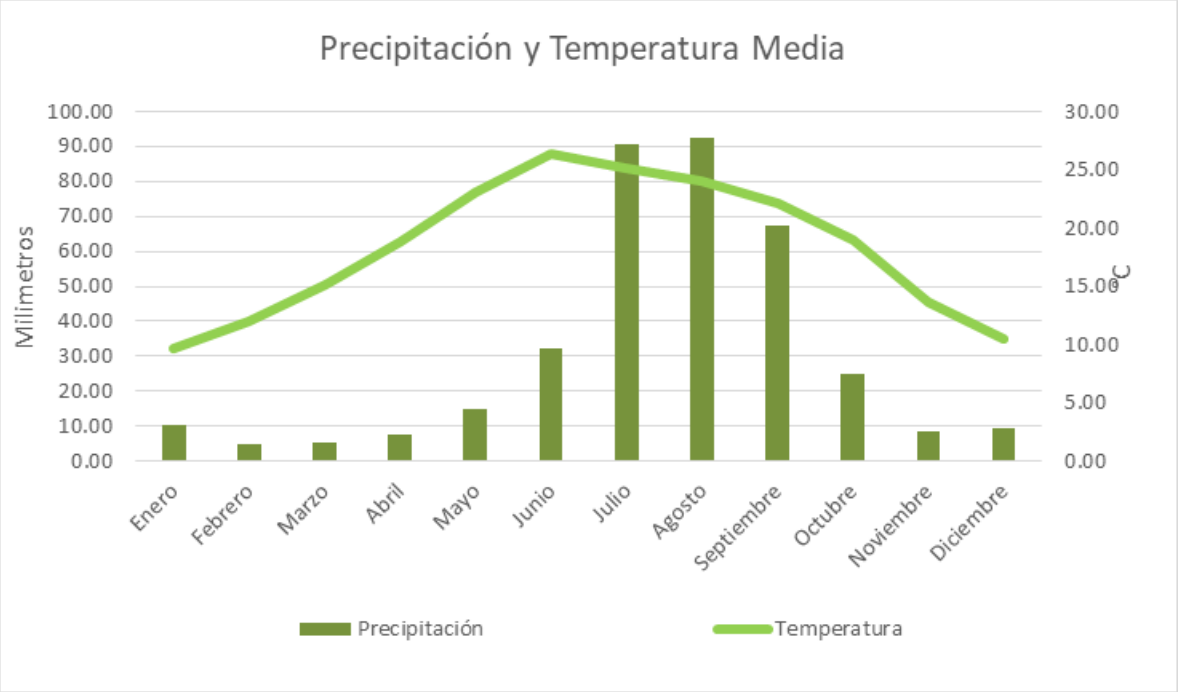
Una vez realizada la ponderación de los datos de las precipitaciones registradas en las estaciones climatológicas de referencia muestran los datos de precipitación, los cuales son presentados en la siguiente tabla:

Tabla IV. 5. Precipitación normal.

Estaciones	Precipitación (mm)
Enero	10.15
Febrero	4.97
Marzo	5.25
Abril	7.58
Mayo	14.87
Junio	32.13
Julio	90.75
Agosto	92.34
Septiembre	67.53
Octubre	24.88
Noviembre	8.41
Diciembre	9.41
Anual	**368.27**

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, 1981-2023.

Gráfica IV. 1. Precipitación normal y temperatura (media).



De acuerdo con los datos disponibles del Sistema Meteorológico Nacional, registrados durante los años 1981 al 2023, se resalta lo siguiente:

De los registros de las temperaturas que se obtuvieron para las estaciones que se tomaron como referencia para el presente estudio, se puede concluir que, en relación a la temperatura, se presentan condiciones extremas en la zona, ya que la oscilación térmica es de 16.62°C entre la temperatura media más alta registrada en verano y la más baja registrada en invierno. Durante el invierno, la temperatura media más baja registrada en

promedio para las estaciones fue en el mes de enero con 9.71°C, mientras que en el mes de junio (verano) se registraron de 26.33°C como la temperatura media más alta.

El máximo registro de precipitación fue de 92.34 mm para el mes de julio, mientras que la menor precipitación se presentó con un nivel de 4.97 mm durante el mes de febrero. La precipitación ponderada anual de las estaciones consideradas para el análisis del presente estudio es de **368.27 mm.**

Balance hidrológico

La ecuación de continuidad, o de balance hidrológico, es la ley más importante en Hidrología, y aunque su expresión es muy simple, la cuantificación de sus términos es normalmente complicada, principalmente por la falta de mediciones directas en campo y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (a acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca (Ordoñez, 2011).

De esta manera la fórmula del balance hidrológico se puede expresar como:

Precipitación (P) = Evapotranspiración (ET) + Infiltración (I) + Escurrimiento (Es)
Para la realización del cálculo de los parámetros que involucran un balance hidrológico, se consideró la información proporcionada por la estación meteorológica mencionada en el apartado de clima.

El balance hidrológico se presenta en mm de lluvia con la finalidad de simplificar su comprensión. En las hojas de cálculo anexas se presentan los valores en mm y m^3 para comparaciones requeridas.

Precipitación anual

Con datos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional se estimó una precipitación anual media para el Sistema ambiental de 368.27.

Tabla IV. 6. Precipitación media anual.

Mes	Precipitación (mm)
Enero	10.15
Febrero	4.97
Marzo	5.25
Abril	7.58
Mayo	14.87
Junio	32.13
Julio	90.75
Agosto	92.34
Septiembre	67.53
Octubre	24.88
Noviembre	8.41
Diciembre	9.41
Anual	**368.27**

Fuente: SMN 1951 - 2010.

Evapotranspiración

La evapotranspiración es resultado del proceso por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso y directamente, o a través de las plantas vuelve a la atmósfera en forma de vapor; es decir; la evapotranspiración no es un fenómeno distinto a la evaporación y transpiración, sino la sumatoria de los dos procesos y el término, sólo es aplicable correctamente a una determinada área de terreno cubierta por vegetación. Cuando ésta no existe, únicamente podrá hablarse de evaporación (Schulz y García, 2015).

Para el cálculo se utilizó la fórmula de Coutagne:
ETR=P-XP2

Donde:
ETR=evapotranspiración real en m/año
P=precipitación en m/año
T=temperatura media anual en ºC
X= 1/(0,8+0,14 T)

Tabla IV. 7. Datos utilizados para el cálculo de ETR.

Mes	Precipitación (mm/mes)	Precipitación (m/año)	Temperatura media (°C)	X	XP2	ETR (m/año)	ETR (mm/mes)
Enero	10.15	0.1218	9.71	0.46	0.0069	0.1149	9.58
Febrero	4.97	0.0596	11.97	0.40	0.0014	0.0582	4.85
Marzo	5.25	0.0630	15.18	0.34	0.0014	0.0616	5.14
Abril	7.58	0.0910	18.87	0.29	0.0024	0.0886	7.38
Mayo	14.87	0.1784	23.04	0.25	0.0079	0.1705	14.21
Junio	32.13	0.3856	26.33	0.22	0.0331	0.3524	29.37
Julio	90.75	1.0890	25.19	0.23	0.2741	0.8149	67.91
Agosto	92.34	1.1081	23.99	0.24	0.2953	0.8128	67.74
Septiembre	67.53	0.8104	22.15	0.26	0.1683	0.6420	53.50
Octubre	24.88	0.2986	18.92	0.29	0.0258	0.2727	22.73
Noviembre	8.41	0.1009	13.59	0.37	0.0038	0.0972	8.10
Diciembre	9.41	0.1129	10.44	0.44	0.0056	0.1073	8.94
Anual	**368.27**	**4.42**	**19.30**			**3.59**	**299.43**

Infiltración

La estimación de la infiltración se obtuvo mediante la ecuación desarrollada por Schosinsky & Losilla, (2000), en la cual se obtiene un coeficiente de infiltración a partir de datos de permeabilidad del suelo, pendiente y cobertura vegetal. Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (Kfc).

A continuación, se explica el desarrollo de la estimación de infiltración para el SA:

Para realizar el cálculo del coeficiente de infiltración Kfc (fracción que infiltra por textura de suelo) se tienen fórmulas diferentes dependiendo del componente Fc (infiltración básica del suelo).

Para conocer el componente de infiltración básica del suelo (Fc), para la CH, se toma de referencia los valores presentados en la "Tabla Infiltración básica del suelo". Así mismo se correlaciona con el estudio geotécnico realizado en el área de proyecto, de acuerdo con los resultados se señala un tipo de suelo arena limosa (SM), caracterizados por ser materiales granulares con contenido de finos no plásticos.

Considerando la presencia de finos y su influencia en la reducción de la permeabilidad, se adopta un valor de Fc = 17 mm/día, representativo de suelos con infiltración moderada, manteniendo congruencia entre la textura del suelo y su comportamiento hidráulico

Tabla IV.8. Infiltración básica del suelo

Suelo de tipo natural	Pérd (mm/día)
Arena	25.00 – 250
Légamo arenoso	13.00 – 76
Légamo	8.00 – 20
Légamo arcilloso	2.50 – 15
Arcilla legamosa	0.25 – 5
Arcilla	1.25 – 10

(FAO, Estimación de las necesidades de agua)

1. Si la infiltración básica del suelo (Fc) se encuentra entre 16 y 1,568 mm/día, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Kfc} = 0.267Ln(fc) - 0.000154\,fc - 0.723$$

2. Si Fc es menor a 16 mm/día, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Kfc} = 0.0148(fc/16)$$

3. Si Fc es mayor de 1,568 mm/día:

$$\boldsymbol{Kfc} = 1$$

Dónde:

Kfc (adimensional) = Coeficiente de infiltración (Fracción que se infiltra por la textura del suelo).

El valor de Fc en el SA es de 17 mm/día por lo se utiliza la fórmula para Fc menor a 16 mm/día:

$$\boldsymbol{Kfc} = 0.267Ln(fc) - 0.000154\,fc - 0.723$$
$$\boldsymbol{Kfc} = 0.267Ln(17) - 0.000154\,17 - 0.723$$
$$\boldsymbol{Kfc} = 0.03$$

Se obtiene que el resultado de Kfc para el SA es de **0.03**.

Después del cálculo anterior, deriva que la fracción que infiltra debido a la textura del suelo, nos permite obtener la infiltración mensual.

Para el cálculo del coeficiente de infiltración (Ci) del suelo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Kp + Kv + Kfc > 1, entonces\ \boldsymbol{Ci = 1}$$
$$Kp + Kv + Kfc\ \leq 1, entonces\ \boldsymbol{Ci = Kp + Kv + Kfc}$$

Dónde:
Kp = Fracción que infiltra por efecto de pendiente.
Kv = Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal.
Kfc = Fracción que infiltra por textura del suelo.
Ci = Coeficiente de infiltración.

Los datos de que conforman los componentes del coeficiente de infiltración son los propuestos por Schosinsky & Losilla, (2000) para los factores de Kp y Kv son presentados a continuación:

Tabla IV. 9. Componente de pendiente.

Componentes del coeficiente de infiltración				
Por pendiente		Kp	Por cobertura vegetal	Kv
Muy plana	0.02% - 0.06%	0.30	Cobertura con zacate menos del 50%	0.09
Plana	0.3% - 0.4%	0.20	Terrenos cultivados	0.10
Algo plana	1% - 2%	0.15	Cobertura con pastizal	0.18
Promedio	2% - 7%	0.10	Bosques	0.20
Fuerte	mayor de 7%	0.06	Cobertura con zacate más del 75%	0.21

Fuente: Schosinsky & Losilla, 2000.

También se utilizó la tabla de valores Kv modificada por Burns (2009), en la que presenta valores para usos de suelo sin vegetación y urbana.

Tabla IV.10. Componente de vegetación.

Componentes del coeficiente de infiltración	
Por cobertura vegetal	Kv
Agrícola	0.10
Bosque	0.20
Pastizal	0.18
Urbana	0.00
Sin vegetación	0.05

Fuente: Modificada de Schosinsky & Losilla, 2000.

Para obtener el factor Kv, se realizó una ponderación con los diferentes usos de suelo y/o tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental, obteniendo como resultado un valor ponderado del Factor Kv de 0.12.

Tabla IV.11. Ponderación factor KV en el SA.

Concepto	Factor KV	ha CH	% CH	Ponderación
Área desprovista de vegetación	0.05	71.5923	0.01	0.00
Asentamientos humanos (Zona urbana)	0.00	198.5906	0.02	0.00
Bosque de encino	0.20	2529.4506	0.30	0.05
Cuerpo de agua	0.00	66.7185	0.01	0.00
Matorral desértico micrófilo	0.09	2772.2928	0.33	0.02

Pastizal natural	0.18	2496.5261	0.30	0.05
Agricultura de temporal anual	0.1	316.6731	0.04	0.00
			Total	**0.12**

Así mismo, el valor de la pendiente general del SA es mayor a 7% por lo cual le corresponde un valor de factor Kp de 0.06.

Para el cálculo del Coeficiente de Infiltración se estimaron valores que representen las características del área del SA de acuerdo con el escenario actual.

Tabla IV. 12. Valores para cálculo de coeficiente de infiltración. (Escenario Actual).

Kp	Kv	Kfc	Kp+Kv+Kfc	Ci
0.06	0.12	0.03	**0.21**	**0.21**

El coeficiente de infiltración en el escenario actual dentro del SA es de **0.21.**

Para estimar la infiltración dentro del SA se realizó una diferencia de la precipitación ponderada menos el resultado mensual de Es. El resultado de esta diferencia, se multiplica por el coeficiente de infiltración obteniendo así la infiltración mensual del SA. Si el valor de infiltración calculada es menor al de diferencia de precipitación menos Es, la infiltración es igual a dicho resultado, de lo contrario será igual al valor de infiltración calculada.

Tabla IV. 13. Valores obtenidos para infiltración en el SA.

Mes	Infiltración (mm)
Enero	0.12
Febrero	0.02
Marzo	0.02
Abril	0.04
Mayo	0.13
Junio	0.57
Julio	4.79
Agosto	5.16
Septiembre	2.94
Octubre	0.45
Noviembre	0.06
Diciembre	0.09
Anual	**14.39**

Escurrimiento

Para la estimación del escurrimiento se empleó la siguiente fórmula aplicándola mensualmente:

$$\boldsymbol{Escurrimiento}\ (\boldsymbol{E}) = P - ETR - INF$$

Dónde:
P = Precipitación.
ETR_R = Evapotranspiración.
INF = Infiltración.

E= Escurrimiento

A continuación, se presentan los resultados del balance hidrológico del SA, en condición actual.

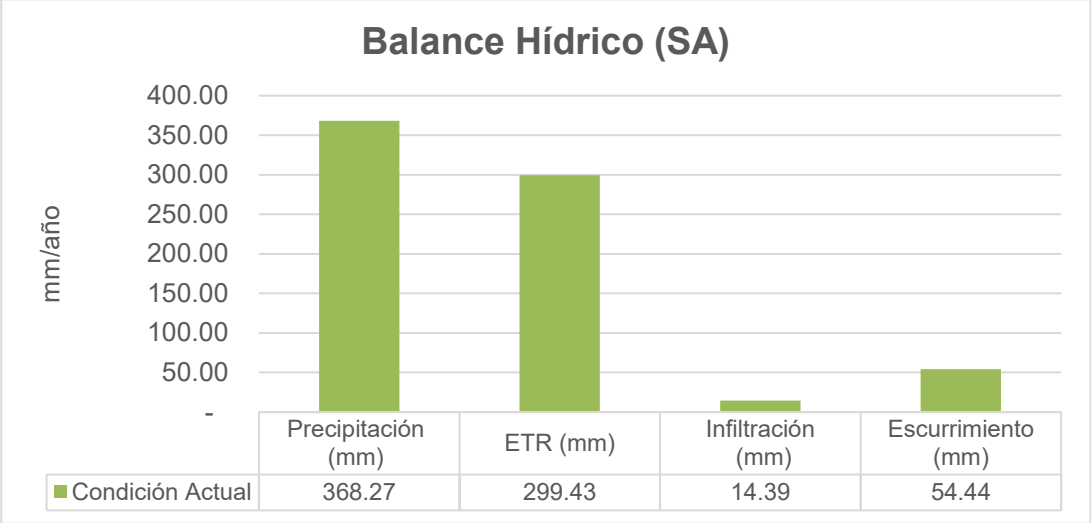
Tabla IV. 14. Resultados del balance hídrico en condición actual en el SA (mm).

Mes	Precipitación (mm)	ETR (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento (mm)
Enero	10.15	9.58	0.12	0.45
Febrero	4.97	4.85	0.02	0.10
Marzo	5.25	5.14	0.02	0.09
Abril	7.58	7.38	0.04	0.16
Mayo	14.87	14.21	0.13	0.53
Junio	32.13	29.37	0.57	2.19
Julio	90.75	67.91	4.79	18.05
Agosto	92.34	67.74	5.16	19.44
Septiembre	67.53	53.50	2.94	11.09
Octubre	24.88	22.73	0.45	1.70
Noviembre	8.41	8.10	0.06	0.25
Diciembre	9.41	8.94	0.09	0.38
Anual **%**	**368.27** **100%**	**299.43** **81.31%**	**14.39** **3.91%**	**54.44** **14.78%**

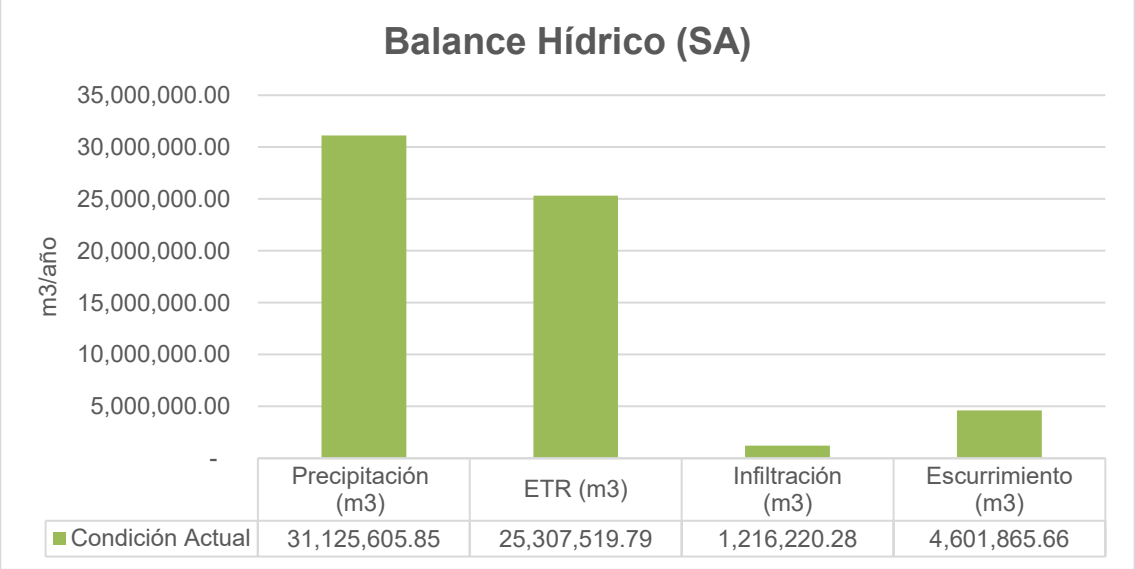
Tabla IV. 15. Resultados del balance hídrico en condición actual el SA (m^3).

Mes	Precipitación (m^3)	ETR (m^3)	Infiltración (m^3)	Escurrimiento (m^3)
Enero	857,862.16	809,474.83	10,142.21	38,245.12
Febrero	420,056.64	409,937.82	1,690.36	8,428.45
Marzo	443,721.81	434,165.37	1,690.36	7,866.06
Abril	640,649.77	623,718.66	3,380.73	13,550.37
Mayo	1,256,789.20	1,201,080.37	10,987.39	44,721.43
Junio	2,715,577.47	2,482,191.08	48,175.51	185,210.88
Julio	7,670,048.43	5,739,506.49	404,843.32	1,525,698.60
Agosto	7,804,432.74	5,724,902.17	436,115.15	1,643,415.42
Septiembre	5,707,530.25	4,521,897.28	248,484.21	937,148.75
Octubre	2,102,818.78	1,920,779.35	38,033.29	144,006.12
Noviembre	710,800.08	684,257.51	5,071.10	21,471.46
Diciembre	795,318.52	755,608.86	7,606.65	32,103.00
Anual **%**	**31,125,605.85** **100%**	**25,307,519.79** **81.31%**	**1,216,220.28** **3.91%**	**4,601,865.66** **14.78%**

Gráfica IV. 2. Balance hidrológico del SA, en condición actual (mm).



Gráfica IV. 3. Balance hidrológico del SA, en condición actual (m^3).



Se concluye que, la evapotranspiración representa el mayor porcentaje con un 82.35% de la precipitación total del SA, el 2.98% se infiltra y el resto se escurre.

El desarrollo y los cálculos para este apartado se presentan anexos al presente estudio.

Balance hidrológico Proyecto

El balance hidrológico en el área de proyecto se realizó en base a la superficie que se afectará por la remoción de vegetación, como se menciona anteriormente, corresponde a 16.2889 ha siendo la totalidad del área de proyecto.

La ecuación de continuidad, o de balance hidrológico, es la ley más importante en Hidrología, y aunque su expresión es muy simple, la cuantificación de sus términos es

normalmente complicada, principalmente por la falta de mediciones directas en campo y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (a acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en una cuenca (Ordoñez, 2011).

De esta manera la fórmula del balance hidrológico se puede expresar como:

Precipitación (P) = Evapotranspiración (ET) + Infiltración (I) + Escurrimiento (Es)

Para la realización del cálculo de los parámetros que involucran un balance hidrológico, se consideró la información proporcionada por la estación meteorológica mencionada en el apartado de clima.

El balance hidrológico se presenta en mm de lluvia con la finalidad de simplificar su comprensión. En las hojas de cálculo anexas se presentan los valores en mm y m^3 para comparaciones requeridas.

Precipitación anual

Con datos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional se estimó una precipitación anual media una precipitación media anual para el SA y el proyecto de 368.27 mm

Tabla IV. 16. Precipitación ponderada anual.

Mes	Precipitación (mm)
Enero	10.15
Febrero	4.97
Marzo	5.25
Abril	7.58
Mayo	14.87
Junio	32.13
Julio	90.75
Agosto	92.34
Septiembre	67.53
Octubre	24.88
Noviembre	8.41
Diciembre	9.41
Anual	**368.27**

Evapotranspiración

La evapotranspiración es resultado del proceso por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso y directamente, o a través de las plantas vuelve a la atmósfera en forma de vapor; es decir; la evapotranspiración no es un fenómeno distinto a la evaporación y transpiración, sino la sumatoria de los dos procesos y el término, sólo es aplicable correctamente a una determinada área de terreno cubierta por vegetación. Cuando ésta no existe, únicamente podrá hablarse de evaporación (Schulz y García, 2015).

Para el cálculo se utilizó la fórmula de Coutagne:

$ETR=P-XP^2$

Donde:
ETR=evapotranspiración real en m/año
P=precipitación en m/año
T=temperatura media anual en ºC
X= 1/(0,8+0,14 T)

Tabla IV.17. Datos utilizados para el cálculo de ETR.

Mes	Precipitación (mm/mes)	Precipitación (m/año)	Temperatura media (°C)	X	XP2	ETR (m/año)	ETR (mm/mes)
Enero	10.15	0.1218	9.71	0.46	0.0069	0.1149	9.58
Febrero	4.97	0.0596	11.97	0.40	0.0014	0.0582	4.85
Marzo	5.25	0.0630	15.18	0.34	0.0014	0.0616	5.14
Abril	7.58	0.0910	18.87	0.29	0.0024	0.0886	7.38
Mayo	14.87	0.1784	23.04	0.25	0.0079	0.1705	14.21
Junio	32.13	0.3856	26.33	0.22	0.0331	0.3524	29.37
Julio	90.75	1.0890	25.19	0.23	0.2741	0.8149	67.91
Agosto	92.34	1.1081	23.99	0.24	0.2953	0.8128	67.74
Septiembre	67.53	0.8104	22.15	0.26	0.1683	0.6420	53.50
Octubre	24.88	0.2986	18.92	0.29	0.0258	0.2727	22.73
Noviembre	8.41	0.1009	13.59	0.37	0.0038	0.0972	8.10
Diciembre	9.41	0.1129	10.44	0.44	0.0056	0.1073	8.94
Anual	**368.27**	**4.42**	**19.30**			**3.59**	**299.43**

Infiltración

La estimación de la infiltración se obtuvo mediante la ecuación desarrollada por Schosinsky & Losilla, (2000), en la cual se obtiene un coeficiente de infiltración a partir de datos de permeabilidad del suelo, pendiente y cobertura vegetal. Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (Kfc).

A continuación, se explica el desarrollo de la estimación de infiltración para el área del proyecto:

Para realizar el cálculo del coeficiente de infiltración Kfc (fracción que infiltra por textura de suelo) se tienen fórmulas diferentes dependiendo del componente Fc (infiltración básica del suelo).

El componente de infiltración básica del suelo (Fc) dentro del proyecto es de 17 mm/día, el cual se determinó por el valor de textura légamo arenoso presente en el proyecto obtenido de la "Tabla Infiltración básica del suelo".

Tabla IV. 18. Infiltración básica del suelo

Suelo de tipo natural	Pérd (mm/día)
Arena	25.00 – 250
Légamo arenoso	13.00 – 76

Légamo	8.00 – 20
Légamo arcilloso	2.50 – 15
Arcilla legamosa	0.25 – 5
Arcilla	1.25 – 10

(FAO, Estimación de las necesidades de agua)

4. Si la infiltración básica del suelo (Fc) se encuentra entre 16 y 1,568 mm/día, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Kfc} = 0.267Ln(fc) - 0.000154\,fc - 0.723$$

5. Si Fc es menor a 16 mm/día, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Kfc} = 0.0148(fc/16)$$

6. Si Fc es mayor de 1,568 mm/día:

$$\boldsymbol{Kfc} = 1$$

Dónde:
Kfc (adimensional) = Coeficiente de infiltración (Fracción que se infiltra por la textura del suelo).

El valor de Fc en el área del proyecto es de 17 mm/día por lo se utiliza la fórmula para Fc mayor a 16 mm/día:

$$\boldsymbol{Kfc} = 0.267Ln(fc) - 0.000154\,fc - 0.723$$
$$\boldsymbol{Kfc} = 0.267Ln(17) - 0.000154\,17 - 0.723$$
$$\boldsymbol{Kfc} = 0.03$$

Se obtiene que el resultado de Kfc para el proyecto es de **0.03**.

Después del cálculo anterior, deriva que la fracción que infiltra debido a la textura del suelo, nos permite obtener la infiltración mensual.

Para el cálculo del coeficiente de infiltración (Ci) del suelo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Kp + Kv + Kfc > 1, entonces\ \boldsymbol{Ci} = \mathbf{1}$$

$$Kp + Kv + Kfc\ \leq 1, entonces\ \boldsymbol{Ci} = \boldsymbol{Kp} + \boldsymbol{Kv} + \boldsymbol{Kfc}$$

Dónde:

Kp = Fracción que infiltra por efecto de pendiente.
Kv = Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal.
Kfc = Fracción que infiltra por textura del suelo.
Ci = Coeficiente de infiltración.

Los datos de que conforman los componentes del coeficiente de infiltración son los propuestos por Schosinsky & Losilla, (2000) para los factores de Kp y Kv son presentados a continuación:

Tabla IV. 19. Componente de pendiente.

Componentes del coeficiente de infiltración				
Por pendiente		Kp	Por cobertura vegetal	Kv
Muy plana	0.02% - 0.06%	0.30	Cobertura con zacate menos del 50%	0.09
Plana	0.3% - 0.4%	0.20	Terrenos cultivados	0.10
Algo plana	1% - 2%	0.15	Cobertura con pastizal	0.18
Promedio	2% - 7%	0.10	Bosques	0.20
Fuerte	mayor de 7%	0.06	Cobertura con zacate más del 75%	0.21

Fuente: Schosinsky & Losilla, 2000.

También se utilizó la tabla de valores Kv modificada por Burns (2009), en la que presenta valores para usos de suelo sin vegetación y urbana.

Tabla IV. 20. Componente de vegetación.

Componentes del coeficiente de infiltración	
Por cobertura vegetal	Kv
Agrícola	0.10
Bosque	0.20
Pastizal	0.18
Urbana	0.00
Sin vegetación	0.05

Fuente: Modificada de Schosinsky & Losilla, 2000.

Para el cálculo del Coeficiente de Infiltración se estimaron valores que representen las características del área del proyecto de acuerdo con los escenarios actual, potencial (sin vegetación) y, con proyecto y medidas de mitigación.

- **Escenario Actual**

En el escenario actual se optó por utilizar un valor de factor Kv de 0.09, debido a que el tipo de vegetación presente en el área del proyecto es MDM. Para el factor de Kp se utilizó un valor de 0.10 correspondiente a pendientes entre 2 y 7%.

Tabla IV. 21. Valores para cálculo de coeficiente de infiltración. (Escenario Actual).

Kp	Kv	Kfc	Kp+Kv+Kfc	Ci
0.10	0.09	0.03	**0.22**	**0.22**

El coeficiente de infiltración en el escenario actual dentro del proyecto es de **0.22.**

- **Escenario Sin Vegetación**

Burns (2009) utiliza un valor de 0.05 para usos de suelo sin vegetación, situación que se presentaría en el escenario potencial del proyecto, mientras que el valor para Kp es de 0.10 correspondiente a pendientes entre 2 y 7%.

Tabla IV. 22. Valores para cálculo de coeficiente de infiltración. (Escenario sin vegetación).

Kp	Kv	Kfc	Kp+Kv+Kfc	Ci
0.10	0.05	0.03	**0.18**	**0.18**

El coeficiente de infiltración en el escenario sin vegetación dentro del proyecto es de **0.18.**

Para estimar la infiltración dentro del área del proyecto se realizó una diferencia de la precipitación ponderada menos el resultado mensual de ETR. El resultado de esta diferencia, se multiplica por el coeficiente de infiltración (Ci), obteniendo así la infiltración mensual del área del proyecto. Si el valor de infiltración calculada es menor al de diferencia de precipitación menos ETR, la infiltración es igual a dicho resultado, de lo contrario será igual al valor de infiltración calculada.

Tabla IV. 23. Valores obtenidos para infiltración en el proyecto.

Mes	Infiltración (escenario actual) (mm)	Infiltración (escenario sin vegetación) (mm)
Enero	0.12	0.10
Febrero	0.02	0.02
Marzo	0.02	0.02
Abril	0.04	0.03
Mayo	0.14	0.11
Junio	0.60	0.49
Julio	5.02	4.11
Agosto	5.41	4.42
Septiembre	3.08	2.52
Octubre	0.47	0.38
Noviembre	0.06	0.05
Diciembre	0.10	0.08
Anual	**15.08**	**12.33**

Tabla IV. 24. Resumen de los escenarios de infiltración con y sin vegetación para el área de proyecto en metros cúbicos.

Escenario	Precipitación (m3)	ETR (m3)	Infiltración (m3)	Escurrimiento (m3)
Condición Actual	59,987.06	48,774.11	2,456.29	8,756.54
Sin vegetación	59,987.06	48,774.11	2,008.35	9,204.47
Diferencia	**-**	**-**	**- 447.94**	

Escurrimiento

Para la estimación del escurrimiento se empleó la siguiente fórmula aplicándola mensualmente:

$$\boldsymbol{Escurrimiento}\ (\boldsymbol{E}) = P - ETR - INF$$

Dónde:
P = Precipitación.
ETR_R = Evapotranspiración.

INF = Infiltración.
E= Escurrimiento

A continuación, se presentan los resultados del balance hidrológico del proyecto, en condición actual, sin vegetación y con medidas de mitigación.

Tabla IV. 25. Resultados del balance hídrico en condición actual en el proyecto (mm).

Mes	Precipitación (mm)	ETR (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento (mm)
Enero	10.15	9.58	0.12	0.45
Febrero	4.97	4.85	0.02	0.10
Marzo	5.25	5.14	0.02	0.09
Abril	7.58	7.38	0.04	0.16
Mayo	14.87	14.21	0.14	0.52
Junio	32.13	29.37	0.60	2.16
Julio	90.75	67.91	5.02	17.82
Agosto	92.34	67.74	5.41	19.19
Septiembre	67.53	53.50	3.08	10.95
Octubre	24.88	22.73	0.47	1.68
Noviembre	8.41	8.10	0.06	0.25
Diciembre	9.41	8.94	0.10	0.37
Anual	**368.27**	**299.43**	**15.08**	**53.76**
%	**100%**	**81.31%**	**4.09%**	**14.60%**

Tabla IV. 26. Resultados del balance hídrico en condición actual en el proyecto (m^3).

Mes	Precipitación (m^3)	ETR (m^3)	Infiltración (m^3)	Escurrimiento (m^3)
Enero	1,653.32	1,560.06	19.54	73.70
Febrero	809.55	790.05	3.25	16.24
Marzo	855.16	836.74	3.25	15.15
Abril	1,234.69	1,202.06	6.51	26.11
Mayo	2,422.15	2,314.79	22.80	84.56
Junio	5,233.62	4,783.82	97.73	352.06
Julio	14,782.17	11,061.52	817.70	2,902.95
Agosto	15,041.17	11,033.37	881.22	3,126.56
Septiembre	10,999.89	8,714.87	501.69	1,783.32
Octubre	4,052.67	3,701.84	76.55	274.27
Noviembre	1,369.89	1,318.74	9.77	41.38
Diciembre	1,532.78	1,456.25	16.28	60.24
Anual	**59,987.06**	**48,774.11**	**2,456.29**	**8,756.54**
%	**100%**	**81.31%**	**4.09%**	**14.60%**

Tabla IV. 27. Resultados del balance hídrico en condición sin vegetación en el proyecto (mm).

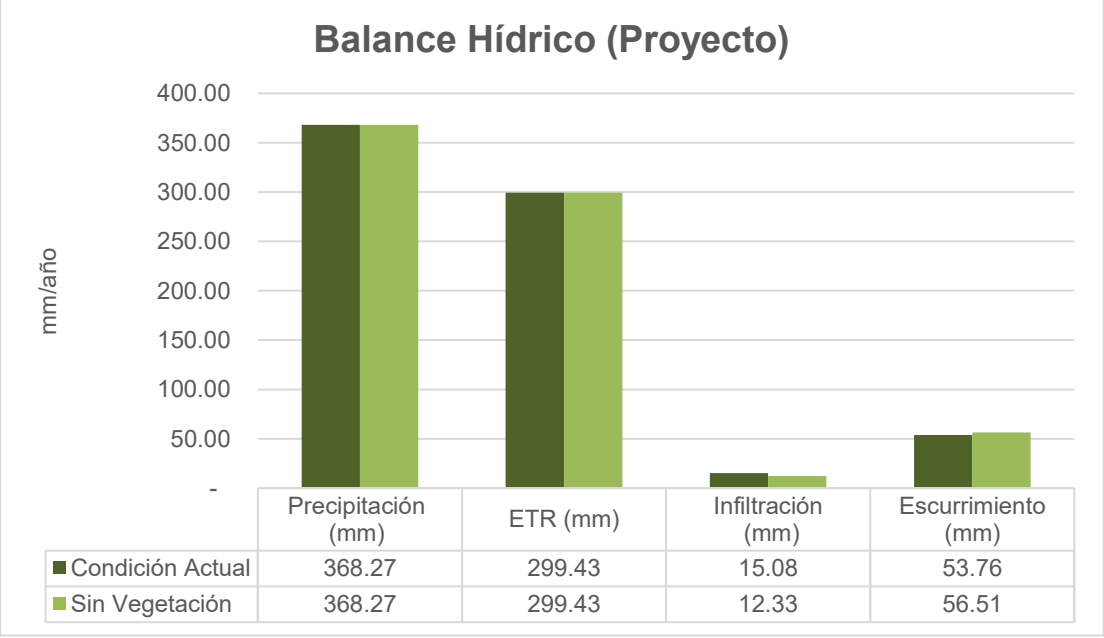
Mes	Precipitación (mm)	ETR (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento (mm)
Enero	10.15	9.58	0.10	0.47
Febrero	4.97	4.85	0.02	0.10
Marzo	5.25	5.14	0.02	0.09
Abril	7.58	7.38	0.03	0.17
Mayo	14.87	14.21	0.11	0.55
Junio	32.13	29.37	0.49	2.27

Julio	90.75	67.91	4.11	18.73
Agosto	92.34	67.74	4.42	20.18
Septiembre	67.53	53.50	2.52	11.51
Octubre	24.88	22.73	0.38	1.77
Noviembre	8.41	8.10	0.05	0.26
Diciembre	9.41	8.94	0.08	0.39
Anual	**368.27**	**299.43**	**12.33**	**56.51**
%	**100%**	**81.31%**	**3.35%**	**15.34%**

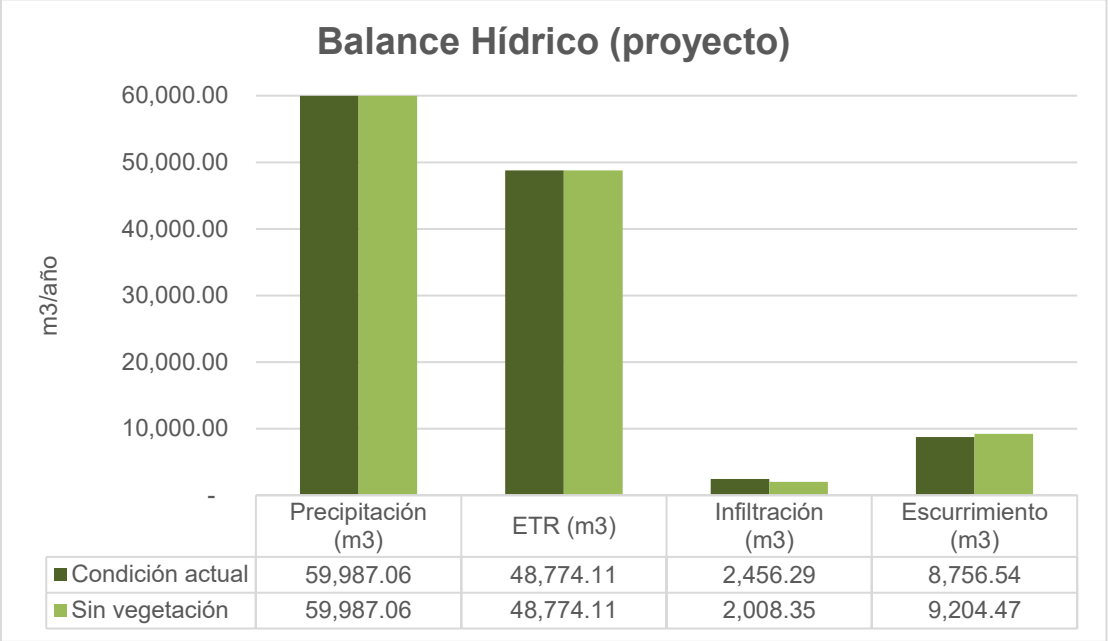
Tabla IV. 28. Resultados del balance hídrico en condición sin vegetación en el proyecto (m^3).

Mes	Precipitación (m3)	ETR (m3)	Infiltración (m3)	Escurrimiento (m3)
Enero	1653.32	1560.06	16.28	76.96
Febrero	809.55	790.05	3.25	16.24
Marzo	855.16	836.74	3.25	15.15
Abril	1234.69	1202.06	4.88	27.74
Mayo	2422.15	2314.79	17.91	89.44
Junio	5233.62	4783.82	79.81	369.98
Julio	14782.17	11061.52	669.47	3051.18
Agosto	15041.17	11033.37	719.96	3287.82
Septiembre	10999.89	8714.87	410.48	1874.54
Octubre	4052.67	3701.84	61.89	288.93
Noviembre	1369.89	1318.74	8.14	43.00
Diciembre	1532.78	1456.25	13.03	63.49
Anual	**59,987.06**	**48,774.11**	**2,008.35**	**9,204.47**
%	**100%**	**81.31%**	**3.35%**	**15.34%**

Gráfica IV. 4. Balance hídrico con condición actual y sin vegetación (mm).



Gráfica IV. 5. Balance hídrico con en condición actual y sin vegetación (m³).



En relación a la infiltración se tiene una disminución 2.75 mm por motivo de la remoción de la vegetación, lo que implicaría un volumen de 447.94 m³ en relación a la superficie de proyecto que requiere cambio de uso de suelo de 16.2889 ha.

Escenario con medidas de mitigación

La superficie del proyecto que requiere cambio de uso se duelo, 16.2889 ha, corresponde a la pérdida de 447.94 m3 de agua infiltrada.

Tabla IV. 29. Resumen de los escenarios de infiltración con vegetación y proyecto para el área de estudio en metros cúbicos.

Escenario	Precipitación (m3)	ETR (m3)	Infiltración (m3)	Escurrimiento (m3)
Condición Actual	59,987.06	48,774.11	2,456.29	8,756.54
Anual (Proyecto)	59,987.06	48,774.11	2,008.35	9,204.47
Diferencia	**-**	**-**	**- 447.94**	

Medidas propuestas para mitigar la captación de agua por la ejecución del proyecto

Obras de captación de agua

Presas de gavión: La obra se llevará a cabo en una zona aledaña al área de proyecto, las presas de gavión tendrán valores de 2 m de altura y 4 m de ancho. Esta obra tendrá la finalidad disminuir la velocidad de los escurrimientos y favorecer la infiltración.

Infiltración de las obras propuestas

Tabla IV.30. Volumen de captación de las obras propuestas, así como su área de influencia (Presas de gavión).

Superficie (ha) Área de influencia de obras	Volumen de captación de obras (m³)
113.6735	756.66

Tabla IV. 31. Estimación de la infiltración real de las obras propuestas (Zanja bordo).

Mes	Escurrimiento típico del AI (mm)	Área de influencia de obras (ha)	Volumen de escurrimiento en área de influencia (m^3)	Volumen de captación de obras (m^3)	Volumen de infiltración real (miles de m^3)	Volumen de infiltración real*eficiencia (m^3)
Enero	0.45	113.6735	514.37	756.66	514.37	92.58
Febrero	0.10	113.6735	113.35	756.66	113.35	20.40
Marzo	0.09	113.6735	105.79	756.66	105.79	19.04
Abril	0.16	113.6735	182.24	756.66	182.24	32.80
Mayo	0.53	113.6735	601.48	756.66	601.48	108.26
Junio	2.19	113.6735	2,491.00	756.66	756.66	136.19
Julio	18.05	113.6735	20,519.95	756.66	756.66	136.19
Agosto	19.44	113.6735	22,103.19	756.66	756.66	136.19
Septiembre	11.09	113.6735	12,604.22	756.66	756.66	136.19
Octubre	1.70	113.6735	1,936.81	756.66	756.66	136.19
Noviembre	0.25	113.6735	288.78	756.66	288.78	51.98
Diciembre	0.38	113.6735	431.77	756.66	431.77	77.71
Anual	**54.44**		**61,892.95**	**9,079.92**	**6,021.08**	**1,083.72**

En la estimación anterior, se observa en la tabla "Estimación de la infiltración de las obras propuestas (Presas de gavión).", el escurrimiento típico del SA a través de cada uno de los meses, teniendo como base a este parámetro, se calcula el gasto estimado del área de influencia de las obras. Así también, a pesar de la capacidad de volumen total de las obras es de 6,019.43 m^3, el volumen captado de las obras solo puede ser hasta el máximo escurrido por mes. Posteriormente, se procede a multiplicar por el factor de eficiencia de 0.18, este valor se toma de del estudio "Captación de agua en microcuencas para el desarrollo de zonas áridas" (Boers et al.,1986), en el cual se identifica que la eficiencia de promedio de almacenamiento es igual a 0.18, esto con la finalidad de determinar el volumen final infiltrado el cual para este tipo de obras equivaldría a un volumen real de infiltración de 1,083.72 m^3.

Retención de agua de las medidas propuestas

Con los resultados obtenidos para el escenario actual y potencial se obtiene que se perderán 447.94 m^3 de infiltración por la remoción de la vegetación, sin embargo, con las medidas de captación propuestas, se estarán reteniendo 1,083.72 m^3 en relación del escurrimiento captado del SA de la precipitación total en el área de influencia, lo que representaría una retención adicional aportado por las obras de 635.78 m^3.

Tabla IV. 32. Resumen de balance hídrico con obras de captación (m^3).

Escenario	Precipitación (m^3)	ETR (m^3)	Infiltración (m^3)	Escurrimiento (m^3)
Condición Actual	59,987.06	48,774.11	2,456.29	8,756.54
Sin vegetación	59,987.06	48,774.11	2,008.35	9,204.47
Diferencia	**-**	**-**	**- 447.94**	
Captación de las obras			1,083.72	
Retención adicional aportado por las obras			635.78	

ANEXO 8

b) Geología y Geomorfología

La unidad litológica se describe de acuerdo a la predominancia de tipos de roca de acuerdo a su origen. El Sistema Ambiental está compuesto por suelos de la era del cenozoico, siendo suelos aluviales en su mayoría.

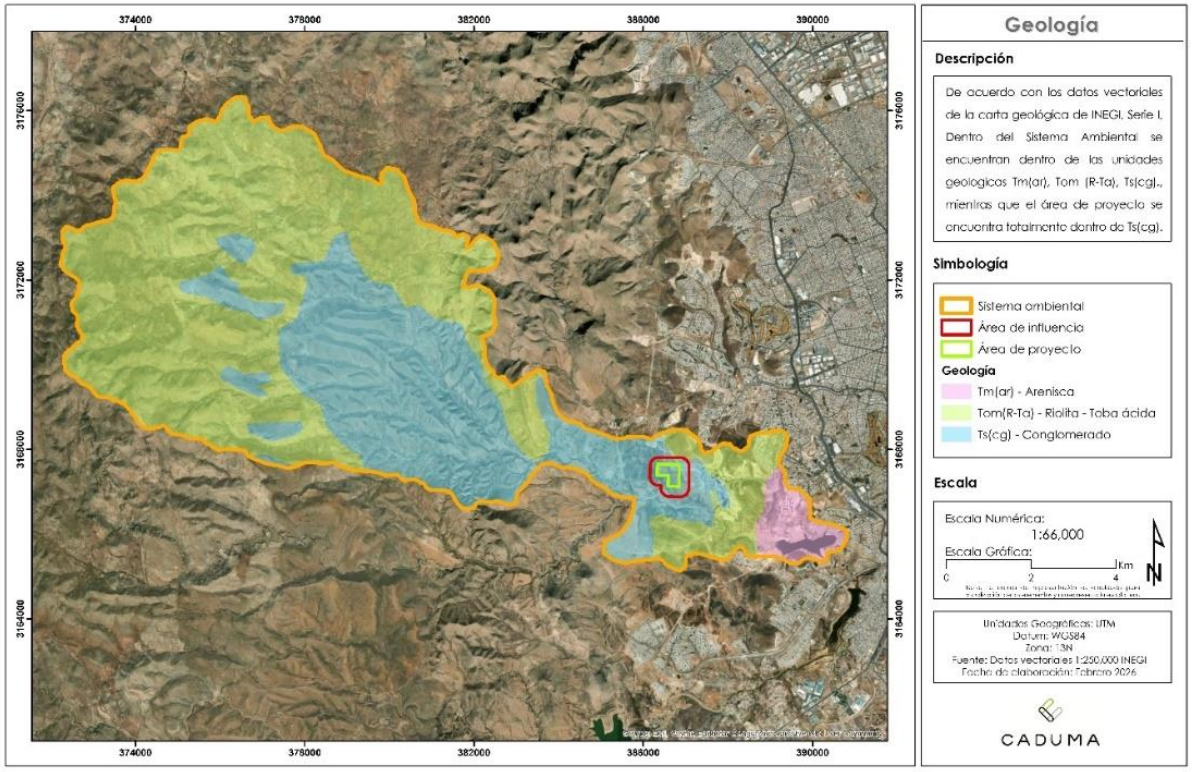
Características litológicas

La unidad litológica se describe de acuerdo a la predominancia de tipos de roca de acuerdo a su origen. El Sistema Ambiental está compuesta por suelos de la era del cenozoico, siendo suelos sedimentarios e ígneos.

Tabla IV. 33. Roca presente en el SA con sus porcentajes.

Era	Clase	Tipo	Clave	Área ha.	% SA
Cenozoico	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Tom (R-Ta)	5143.594	60.86
	Sedimentaria	Conglomerado	Ts(cg)	3032.191	35.88
		Arenisca	Tm(ar)	276.059	3.27
TOTAL				**8,451.8440**	**100%**

Figura IV. 3. Geología



Descripción de tipo de rocas

Arenisca – Tm(ar)

Es un suelo sedimentario, formado por granos de arena (principalmente de cuarzo), unidos por sílice, calizo o arcilla. Es un tipo de suelo poroso y permeable.

Riolita -Toba ácida - Tom (R-Ta)

Roca volcánica que consiste en cuarzo y feldespato alcalino en mayor proporción que la plagioclasa sódica.

Conglomerado – Ts(cg)

Roca sedimentaria formada por fragmentos redondeados o subredondeados, sementados por una matriz de carbonato cálcico, sílice, entre otros.

Características geomorfológicas

Provincias Fisiográficas

El Sistema Ambiental se encuentra en la Provincia Fisiográfica: Sierras y Llanuras del Norte, y en Sierra Madre Occidental.

Sierras y Llanuras del Norte

Estas sierras ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Esta provincia enclavada en un ambiente árido y semiárido, se extiende hasta parte de los EE.UU. Sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales.

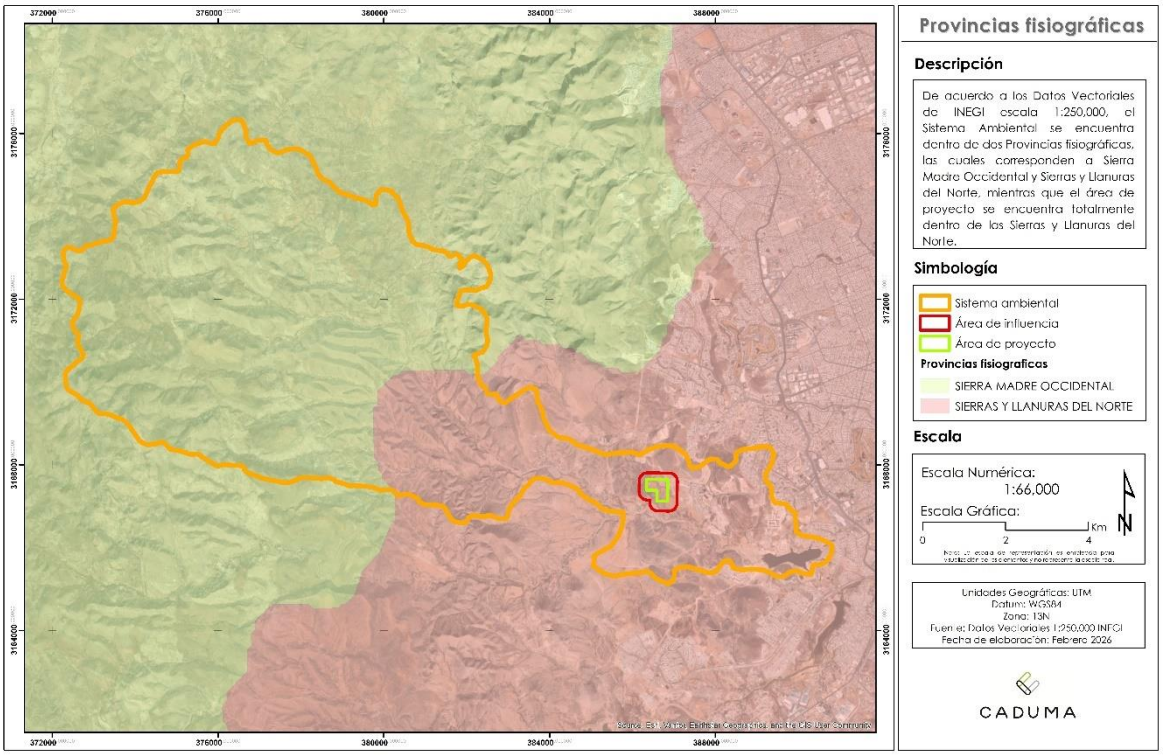
En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez encontramos uno de los campos de dunas (de arena) más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca, así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

Sierra Madre Occidental

La Sierra Madre Occidental inicia prácticamente desde la frontera con los Estados Unidos de América, dentro de los cuales tiene una pequeña penetración, y se extiende de noroeste a sureste hasta su límite en el sur con la provincia Eje Neovolcánico. Al oeste limita con las provincias Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacífico, al este con la de Sierras y Llanuras del Norte, la extensión occidental de la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro. Abarca partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

Esta Sierra, tiene altitudes hasta de 3 300 m y presenta hacia el occidente una imponente escarpa (pendiente muy pronunciada), en tanto que hacia el oriente desciende gradualmente a las regiones llanas del centro.

Figura IV. 4. Provincia Fisiográfica.



Subprovincias Fisiográficas.

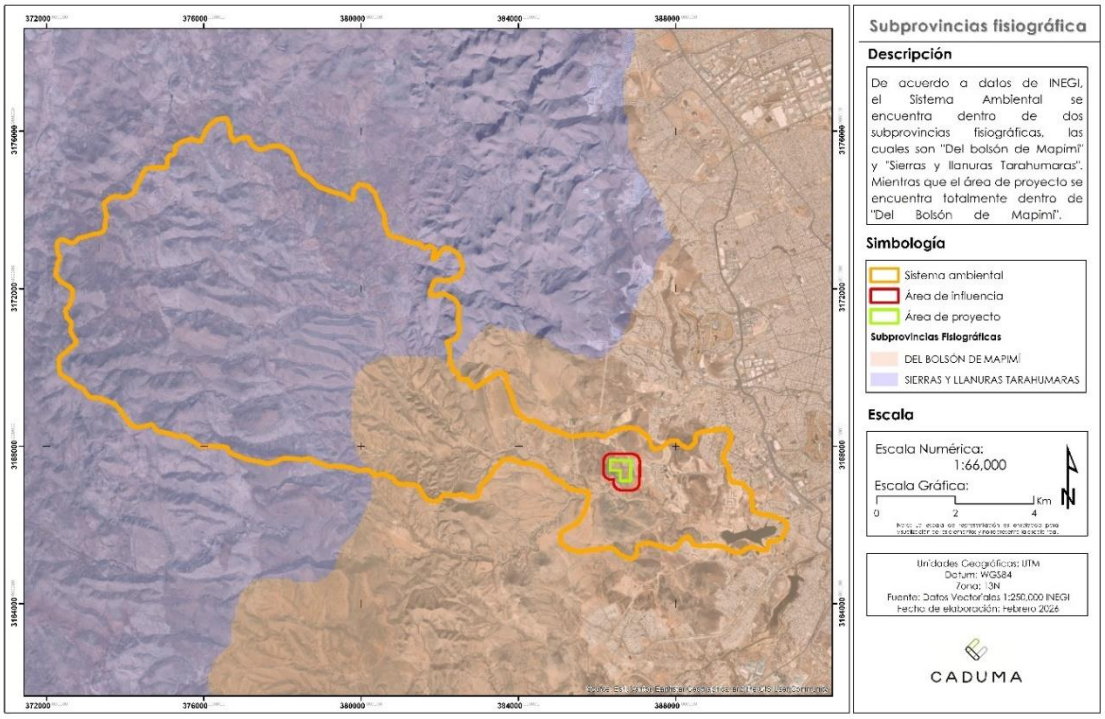
El Sistema Ambiental se ubica dentro de las subprovincias fisiográficas denominadas: Bolsón de Mapimí y Sierras y Llanuras Tarahumaras.

Las subprovincias localizadas en el Sistema Ambiental (SA) son:

Tabla IV. 34. Subprovincias en que se localiza el SA.

Sub provincia fisiográfica	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Sierras y Llanuras Tarahumaras	5812.6539	68.77
Del bolsón de Mapimí	2639.1901	31.23
TOTAL	**8,451.8440**	**100.00**

Figura IV. 5. Subprovincia fisiográfica.



Bolsón de Mapimí

Del Bolsón de Mapimí, en la cual se encuentra el 86.28% de la superficie del SA, se caracteriza por sus llanuras y bajadas, sobre todo en las porciones centro y occidental. Sin embargo, existen también sierras y lomeríos orientados al noroeste-sureste, conformadas principalmente por rocas carbonatadas cretácicas, como la Sierra La Trenza, y los lomeríos Boquilla del Lobo, Altos de Morterillos, Alto Galaviza, El Descanso, febrero y El Derrumbadero y cerros altos como El Chilicote, El Corral, Guadalupe, Panales, Puerto de Víctor y Minas Coloradas, entre otros que se localizan hacia el límite oriental del acuífero. La característica más importante de esta subprovincia es el desarrollo de cuencas con drenajes endorreicos, también llamados bolsones, que se pueden identificar en la porción norte, con la presencia de las lagunas El Retiro y La Guitarrilla.

Sierras y Llanuras Tarahumaras

Las sierras están clasificadas como: plegadas (sierras La Amargosa, San José del Prisco, La Lágrima, Los Pilares, La Virgen, Samalayuca, El Pegüis, Matasaguas, La Esperanza, El Morrión y El Fierro, entre otras, así como los picachos La Alcaparra); plegada asociada con mesetas (al noreste de la localidad Pueblito), plegada con lomeríos (al oeste de Rancho Viejo), escarpadas, en menor proporción, localizadas en la parte sur de la zona. Algunas de las sierras están enlazadas a través de lomeríos ramificados, tal como ocurre con las de El Pegüis y La Esperanza; otras por medio de lomeríos ramificados con bajadas, así sucede con La Amargosa y San José del Prisco.

Las llanuras desérticas se localizan en los alrededores de la cabecera municipal Juárez, la del occidente presenta fase de piso rocoso o cementado y la situada en Samalayuca, fase salina. A partir de la población Práxedis G. Guerrero, hacia el sur y de manera dispersa, se distribuyen las llanuras aluviales; la mayor parte de éstas tienen fase salina, por ejemplo, las situadas al oeste de las sierras Los Pilares y La Lágrima, así como en las cercanías de La Amargosa, las restantes son inundables y salinas (al noreste de El Cuervo y en la zona donde se extingue la corriente intermitente El Púlpito).

Sistema de topoformas

El sistema de topoformas localizado en el Sistema Ambiental se caracteriza principalmente por ser de sierras altas con mesetas, las cuales se definen por presentar elevadas cumbres, pendientes pronunciadas (escarpas) y, en su dorso superior, terrenos planos o suavemente ondulados de origen volcánico.

Figura IV. 6. Sistema de topoformas

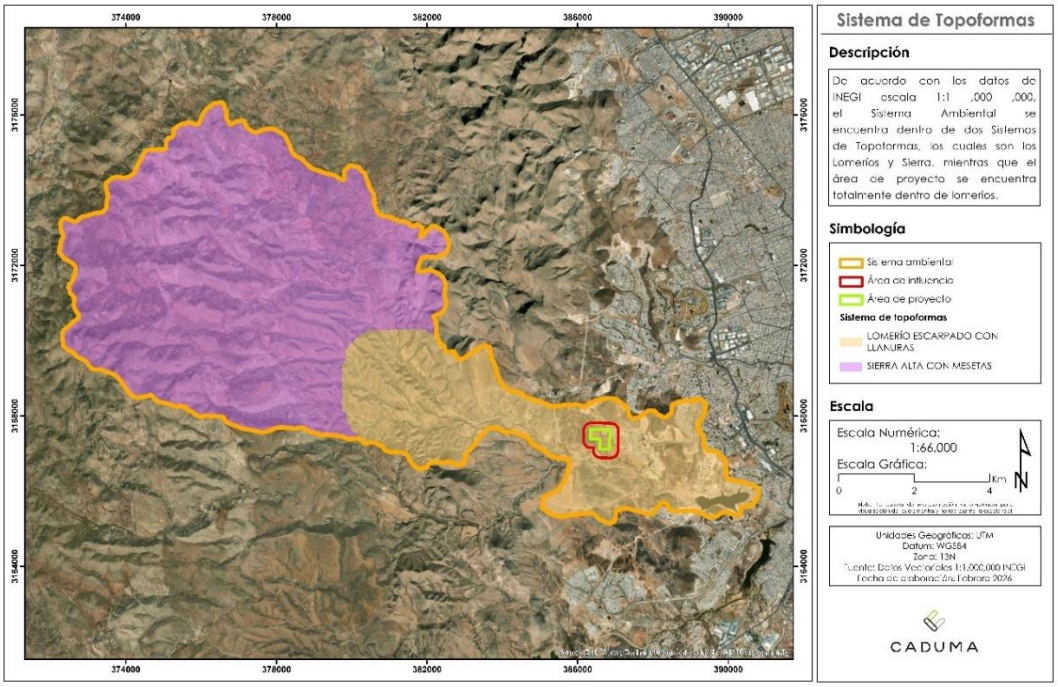


Tabla IV. 35. Sistema de topoformas

Topoforma	Superficie (ha)	% SA
Sierra alta con mesetas	5812.6539	68.77
Lomerío escarpado con llanuras	2639.1901	31.23
TOTAL	**8,451.8450**	**100.00**

Principales elevaciones

Existen diferentes elevaciones dentro del área del Sistema Ambiental van desde los 1,465 msnm como mínima a los 2,281 msnm como la altitud máxima identificada dentro del proyecto.

Características del relieve

La principal forma de relieve que se presentan en el Sistema Ambiental está constituida por sierras altas y lomeríos.

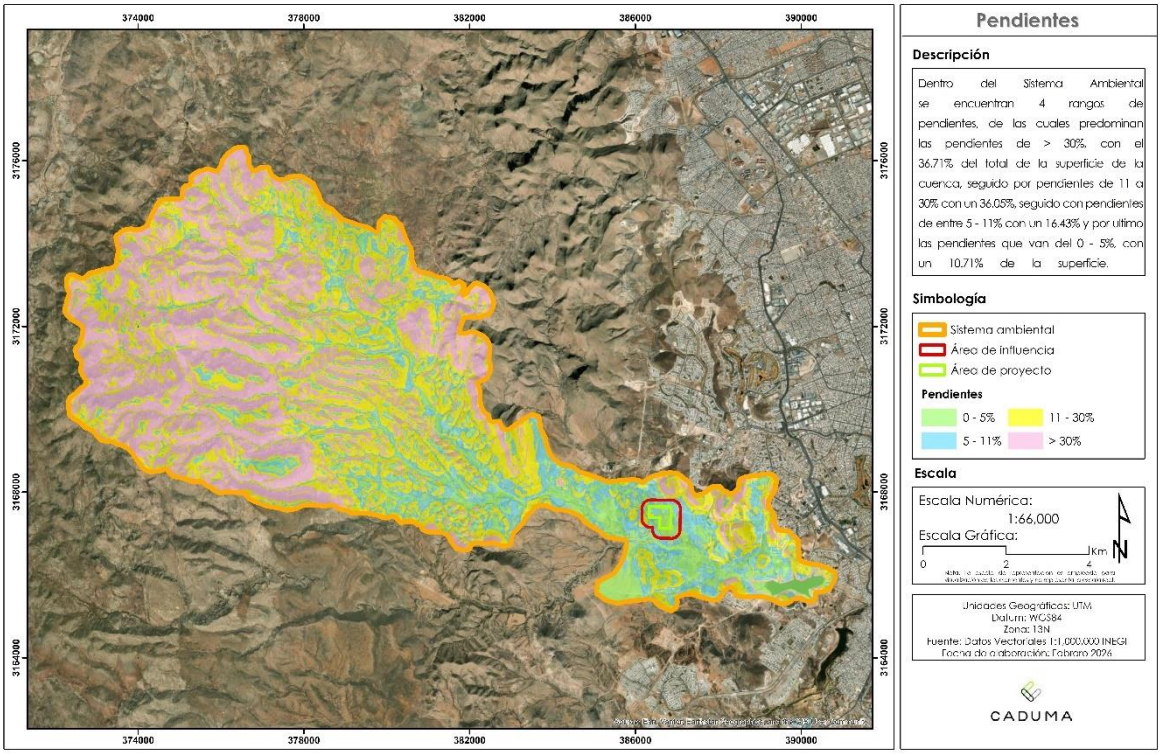
Pendientes

El Sistema Ambiental está representada por sierras con altitudes que van desde los 1,465 a 2,281 msnm. Dadas estas características, predominan pendientes de > 30% ocupando el 36.71% de la superficie de la cuenca, seguido del rango de 11 - 30% con un 36.05% de la superficie.

Tabla IV.36. Grados de pendiente y superficie que ocupa en el Sistema Ambiental.

Pendiente (%)	Superficie (ha)	% SA
0 - 5	914.1923	10.82
5 - 11	1,388.6795	16.43
11 - 30	3,046.6876	36.05
> 30	3,102.2846	36.71
TOTAL	**100.00**	**8,451.8440**

Figura IV. 7. Pendientes



Exposiciones

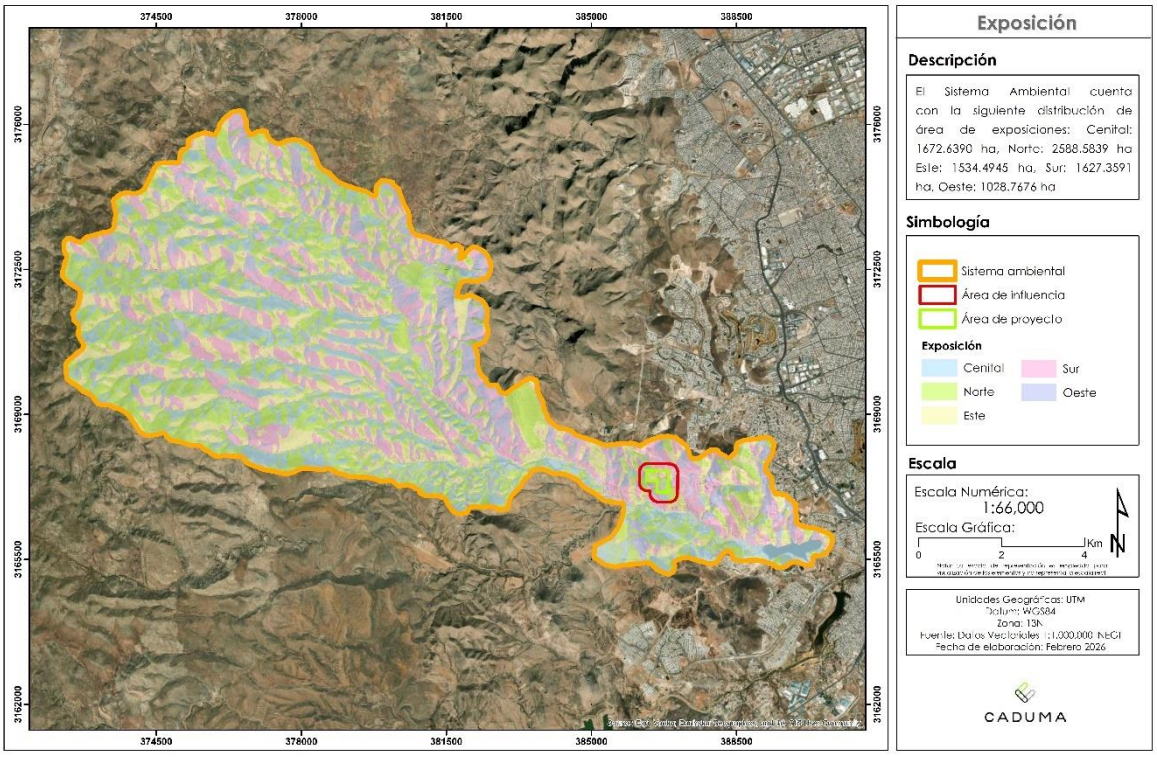
Dependiendo la dirección a la que está el área, se muestran los porcentajes de las exposiciones correspondientes al SA, en la siguiente tabla se puede observar que la exposición Norte predomina con 30.63% de la superficie de la cuenca, la exposición Cenital le sigue ocupando el 19.79% de la superficie, el 19.25% de la superficie tienen exposición Sur, 18.16% corresponde a la exposición Este, mientras que la exposición Oeste ocupa el 12.17% en sus respectivas superficies.

La siguiente tabla muestra una descripción detallada de las superficies ocupadas por cada exposición.

Tabla IV. 37. Exposición y superficie que ocupa en el Sistema Ambiental

Exposición	Superficie (ha)	% SA
Cenital	1672.6390	19.79
Norte	2588.5839	30.63
Este	1534.4945	18.16
Sur	1627.3591	19.25
Oeste	1028.7676	12.17
TOTAL	**8,451.8440**	**100**

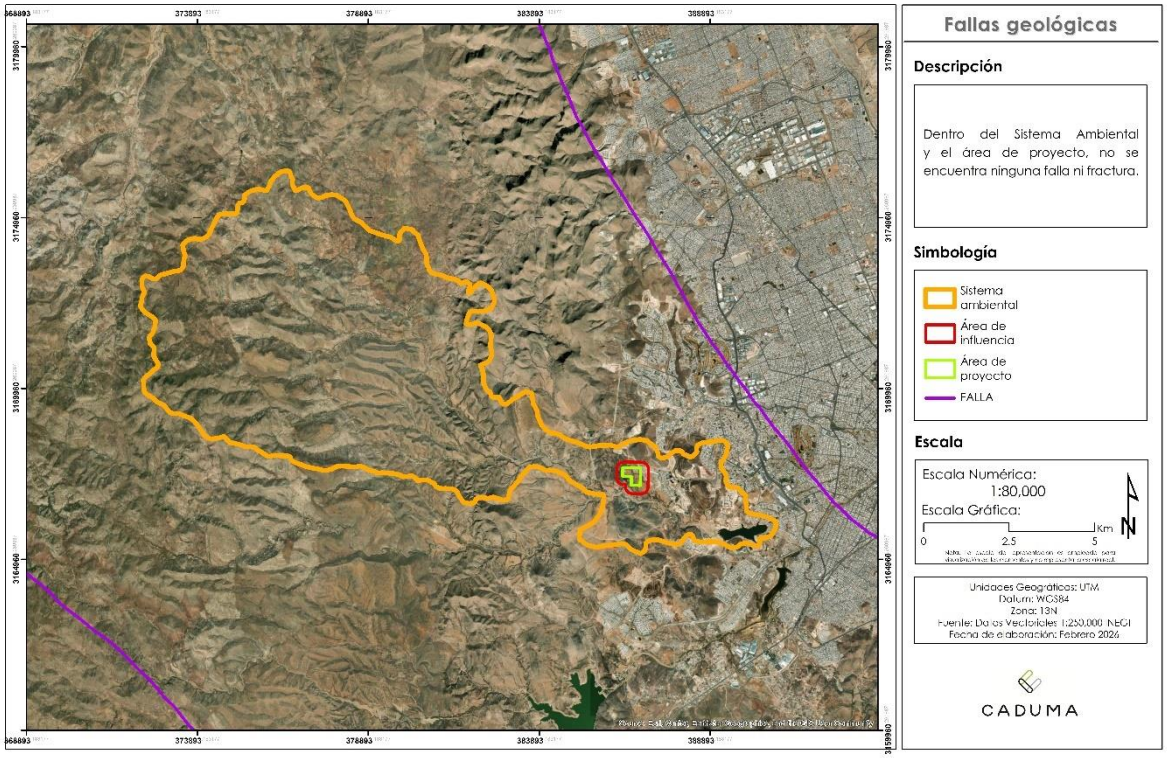
Figura IV. 8. Exposiciones.



Presencia de fallas y fracturas

De acuerdo con los datos vectoriales de la Carta Geológica de INEGI, dentro del área del SA y área de proyecto, no se encuentra ninguna falla ni fractura.

Figura IV. 9. Fallas y fracturas



Susceptibilidad

Sismicidad

El sitio del proyecto de acuerdo a la zonificación sísmica del Atlas Nacional de Riesgos de México, se encuentra dentro del área que tiene un índice de peligro sísmico muy bajo, así mismo no existen evidencias históricas de sismos destructivos en esta región.

Figura IV. 10. Regionalización sísmica

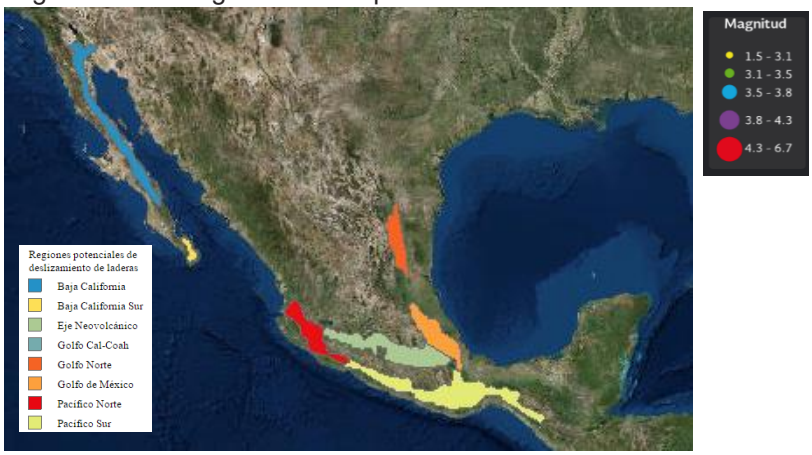


Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Deslizamientos y Derrumbes

La zona no presenta susceptibilidad de deslizamientos o desprendimientos a nivel regional, por acciones de erosión, intervenciones antropogénicas, u otro que pudiera generar condiciones de riesgo.

Figura IV. 11. Regionalización por deslizamiento a nivel nacional

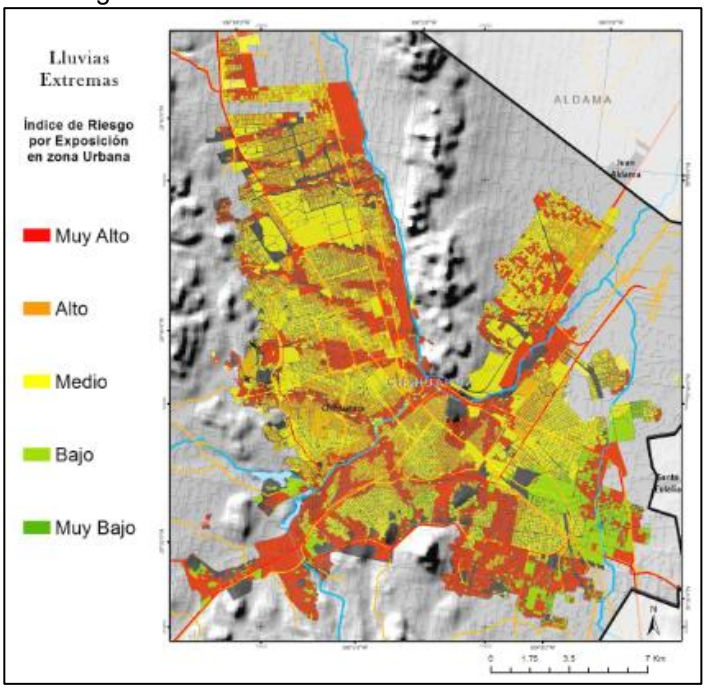


Fuente: CENAPRED

Inundaciones

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el municipio Chihuahua registra una vulnerabilidad de medio a alto de acuerdo a la probabilidad de presentar lluvias extremas pudiendo causar inundaciones.

Figura IV. 12. Probabilidad de lluvias extremas.



Actividad volcánica

En el Sistema Ambiental y el área del proyecto no hay registro de volcanes cercanos.

c) Suelos

Tipos de suelo

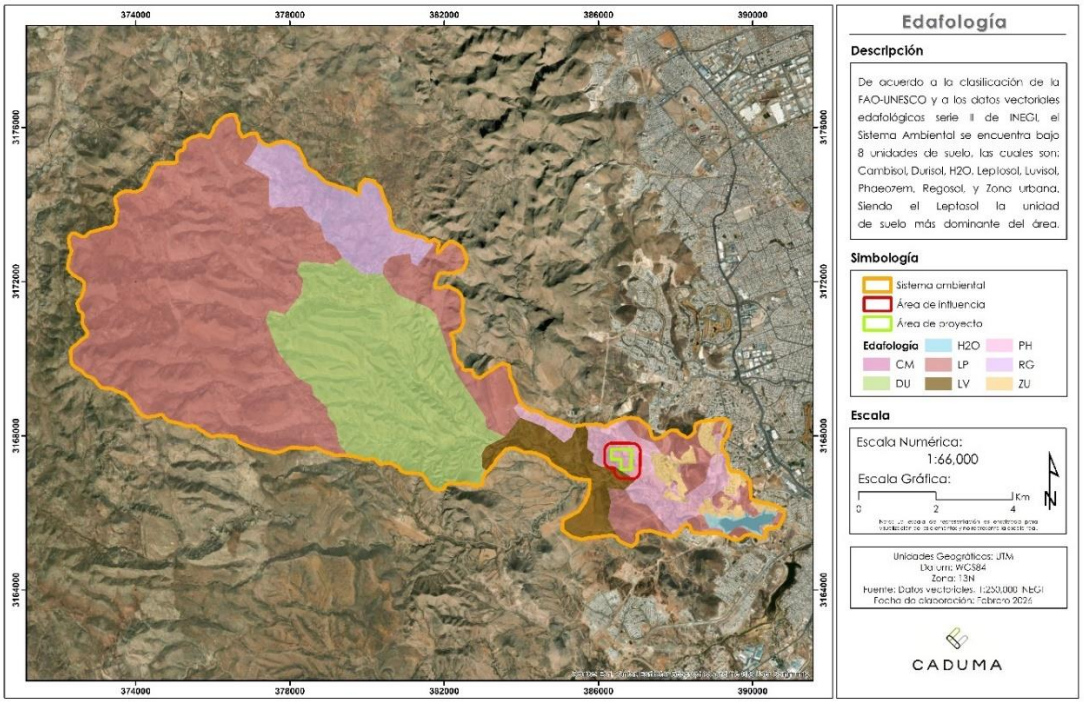
Las unidades de suelo dominantes dentro del Sistema Ambiental, de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO y los datos vectoriales edafológicos serie II de INEGI son las siguientes:

Tabla IV. 38. Unidades de suelo.

Código	Tipo de suelo	Superficie (ha)	%SA
CM	Cambisol	0.0473	0.001
DU	Durisol	2028.1228	24.00
H2O	Cuerpos de agua	66.7182	0.79
LP	Leptosol	4651.0132	55.03
LV	Luvisol	393.7508	4.66
PH	Phaeozem	467.1993	5.53
RG	Regosol	646.3999	7.65
ZU	Zona urbana	198.5925	2.35
TOTAL		**8,451.8440**	**100.00**

Los suelos presentes en el Sistema Ambiental, se describen a continuación, siendo el Leptosol el suelo con más presencia dentro de la SA con 55.03%, seguido del Durisol con 24.00%.

Figura IV. 13. Edafología.



Descripción de los suelos

Descripción de los tipos de suelos

Cambisol (CM)

Suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color entre sus capas y horizontes. Tienen en el subsuelo una capa más parecida a suelo que a rica y con acumulaciones moderadas de calcio, fierro, manganeso y arcilla. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Durisol (DU)

Suelos con acumulación aluvial o coluvial de sílice, en México presentan una capa endurecida conocida regionalmente como 'tepetate'. Son muy susceptibles a la erosión hídrica. Algunas veces están afectados por sales y normalmente impiden el paso de las raíces después del medio metro de profundidad.

H20

Cuerpos de agua.

Leptosol (LP)

Suelos someros; del griego leptos, fino. Existen varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 porciento (en volumen) de tierra fina. Se encuentran principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas. Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos.

Luvisol (LV)

Son suelos que se forman a partir de una gran variedad de materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. Son muy comunes en climas templados y fríos o cálidos húmedos con marcada estacionalidad de lluvia y sequía. Se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por loque su uso agrícola es muy elevado, sobre todo para la producción de granos pequeños, forrajes y caña de azúcar. Los Luvisoles se extienden por alrededor de 500 a 600 millones de hectáreas en el mundo y en México en 17.3 millones, siendo la Sierra Madre Occidental Guerrero, Oaxaca, Campeche y la Península de Yucatán, algunas de sus zonas de distribución.

Phaeozem (PH)

Los Phaeozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, aunque son muy pocos. Son suelos fértiles y son capaces de soportar una gran variedad de cultivos, tanto de secano como de regadío, así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.

Regosol (RG)

Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México asociados frecuentemente con Leptosoles.

Zona urbana (ZU)

Áreas con un espacio con alta densidad de población, infraestructura para el desarrollo y actividades económicas para el bienestar de las personas.

Subuidades de suelo

Las unidades de suelo presentes en el Sistema Ambiental cuentan con diferentes subunidades de los mismos, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla IV. 39. Unidades y subunidades en el SA.

Tipo de suelo	Subunidades
Cambisol	Crómico (cr)

	Esquelético (sk)
Durisol	Crómico (cr)
H2O	-
Leptosol	Esquelético (sk)
	Mólico (mo)
Luvisol	Crómico (cr)
	Esquelético (sk)
Phaeozem	Lúvico (lv)
	Esquelético (sk)
Regosol	Léptico (lep)
	Esquelético (sk)
Zona urbana	-

Descripción de las subunidades

Crómico (cr)

Son suelos de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

Ekránico (ek)

Suelo que tiene un horizonte de material como asfalto, concreto o una capa continua de piedras estructuradas por cualquier medio diferente al natural que empieza dentro de los 5 cm desde la superficie del suelo.

Esquelético (sk)

Tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Léptico (lep)

Suelos que están limitados por roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. De acuerdo con la profundidad de la roca se llama epiléptico (0-49cm) o endoléptico (50 - 100cm).

Lúvico (lv)

Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo, generalmente de color rojizo. Tiene una textura franca y gruesa en todo su espesor, con una saturación superior al 50%.

Mólico (mo)

Suelo con un horizonte superficial oscuro, bien estructurado, buen contenido de carbono orgánico y fertilidad moderada o alta; 10 cm en el caso de Leptosoles, 20 cm o más, en los demás grupos.

Profundidad de los suelos y sus horizontes

La mayoría de límites de suelo son zonas de transición más que líneas puntuales de división. La profundidad de los límites superiores e inferiores de cada horizonte se reporta

en centímetros; se mide desde la superficie (incluyendo cobertura orgánica y mineral) del suelo hacia abajo.

Las profundidades registradas para los tipos de suelos que existen dentro del SA presentan características texturales similares entre todos los tipos de suelos identificados.

Según lo observado en campo, en la zona existen suelos limitados en profundidad por presencia de roca continua donde el límite de la superficie hasta el estrato rocoso no es muy amplio. A continuación, se presenta una tabla donde se registran las profundidades según la unidad de suelo de acuerdo a la FAO-UNESCO:

Tabla IV. 40. Profundidad de suelos.

Tipo de suelo	Profundidad
Cambisol	Entre 50 y 100 cm
Durisol	Entre 20 y 100 cm
Leptosol	Entre 20 y 100 cm
Luvisol	Entre 60 y 150 cm
Phaeozem	Entre 40 y 100 cm
Regosol	Entre 20 y 100 cm
ZU	-

Degradación de suelo

De acuerdo con la Evaluación de la degradación de los suelos causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000, elaborada por el Colegio de Postgraduados y SEMARNAT, en el SA se identificaron el siguientes tipo de degradación y se presenta su descripción, así como las posibles causas de las misma.

Figura IV. 14. Nivel de degradación.

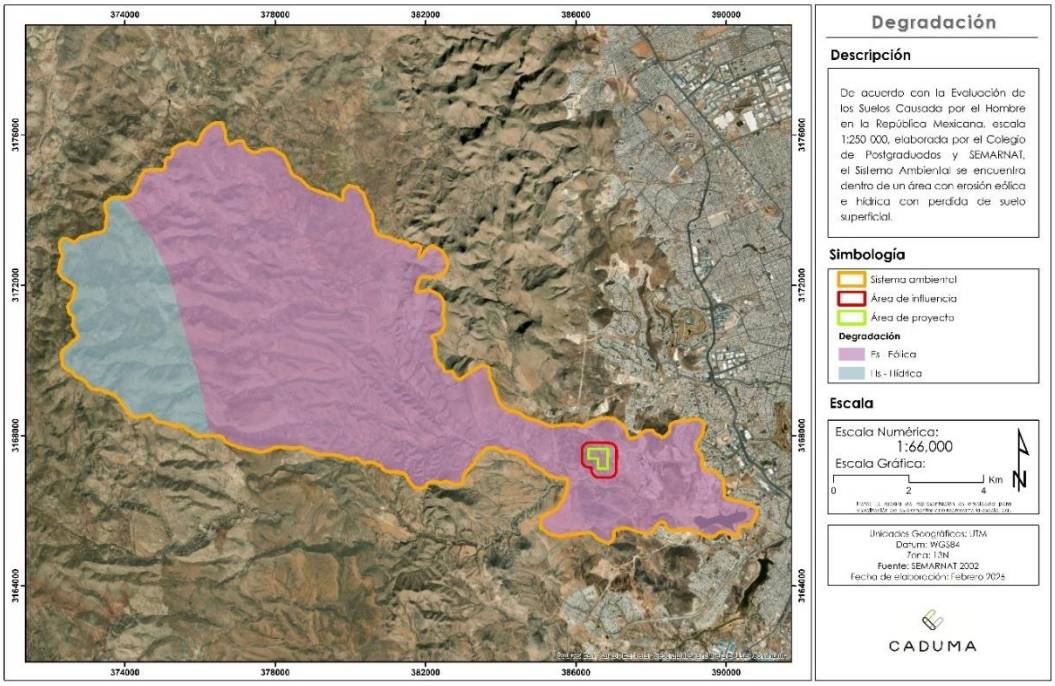


Tabla IV. 41. Tipo de degradación y porcentaje de extensión.

Simbología	Tipo de degradación	Descripción	Superficie del SA	% SA
Es	Pérdida del suelo superficial por acción del viento	Disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción uniforme del material del suelo por la acción del viento.	6,974.9778	82.53%
Hs	Erosión hídrica con pérdida de suelo superficial	Disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción uniforme del material del suelo por la escorrentía.	1476.8662	17.47%
Total			**8,451.8440**	**100**

Las posibles causas de la erosión por acción del viento es la insuficiente protección de la cobertura vegetal o del suelo contra el viento, por deficiente humedad o por la destrucción de la estructura del suelo, mientras que la erosión hídrica podría deberse a pendientes pronunciadas, suelos con poca estructura, falta de cobertura vegetal, entre otros.

Grado de Erosión del suelo

Metodología

- **Erosión Hídrica**

Se determinó la pérdida de suelo para el Sistema ambiental utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).
El modelo de la Ecuación universal de perdida de suelo (EUPS), empleado para el proyecto fue desarrollado para estimar la cantidad de pérdida de suelo por efecto de la lluvia en áreas específicas por Wischmeier y Smith en 1978, sin embargo, es ampliamente aceptado en diversas investigaciones científicas y ha sido adaptada para diferentes regiones del mundo entre ellos México. La metodología EUPS es utilizada en estudios recientes publicados por diversos autores en investigaciones científicas realizadas en la República Mexicana, tal es el caso de:

- Mapa nacional de erosión potencial en México realizado por Montes-León et al., (2011).
- Flores I., (2016) en su trabajo de investigación "Estimación de la perdida de suelo por erosión hídrica en tres cuencas de la República Mexicana utilizando la ecuación universal de perdida de suelo".
- Así como la investigación realizada por Ordoñez R. (2017) en la modelación de la erosión hídrica en la cuenca alta del río Conchos, en el estado de Chihuahua.

Entre otros artículos científicos, trabajos de investigación y manuales consultados, de igual manera el uso de esta metodología es aplicada en programas donde participan instituciones tales como CONAFOR y SEMARNAT, estos programas fueron aplicados en diversos estados de la república, entre ellos Chihuahua.

- Programa de Desarrollo Forestal Comunitario PROCYMAF y el Programa de desarrollo sustentable para las comunidades rurales e indígenas del noroeste semiárido PRODESNOS 2010 y 2011 respectivamente (CONAFOR y SEMARNAT).
- Elaboración de "Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras", SEMARNAT (2011).

La EUPS se desarrolla a partir de la siguiente formula:

Erosión Actual A = R* K* LS* C* P

Donde:
A = tasa de erosión anual (ton/ha/año).
R = factor de erosividad de la lluvia (Mj.mm/ha/h).
K = factor de erodabilidad del suelo (ton.h/MJ.mm).
LS = factor topográfico longitud-pendiente.
C = factor de vegetación y cultivo.
P = factor de prácticas de conservación.

Es importante mencionar que se realizaron los análisis para el Sistema ambiental y para el proyecto.

Estimación de la Erosión Actual

La erosión actual es la cantidad de pérdida de suelo, ocasionada por múltiples factores ambientales y topográficos, esta es calculada tomando en cuenta el estado actual del SA es decir sin la realización del proyecto (el cual implica la remoción de la vegetación forestal). Erosividad (Factor R)

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$Ec = \frac{mv^2}{2}$$

Dónde:
m = Masa de lluvia
v = velocidad de caída de las gotas de lluvia.

Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería ∑. EI 30 o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como Ec I 10 = .0 119 + .0 0873log donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el

Valor de Ec y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI30 en un año da el valor de R. Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

El índice de erosividad de la lluvia (EI30) se define como el producto de dos características en una lluvia tempestuosa: La energía total de la lluvia (E) y la intensidad máxima en 30 min (I30), la cual se representa:

EI 30 = E (I30)

Dónde:
E=Energía cinética total de la lluvia (mj ha-1).
I30= Intensidad máxima de la lluvia en 30 min. (mm hra -1).

El factor R empleado en el presente, es ampliamente utilizado para el cálculo de erosión bajo las condiciones de precipitación en la República Mexicana, tomando en cuenta la metodología utilizada por Montes-León et al., (2011), en su trabajo "Mapa nacional de erosión potencial" en el cual se estima el valor del factor R a partir de los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas y la aplicación de las ecuaciones asociadas con los 14 diferentes regiones de la república mexicana determinadas a través del trabajo de Cortés en 1991 "Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados".
De igual manera Castro M., (2013) en su trabajo "Estimación de perdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madin, México", y Flores I., (2016) "Estimación de la perdida de suelo por erosión hídrica en tres cuencas de la república mexicana, utilizando la ecuación universal de perdida de suelo", utilizan estas ecuaciones para la estimación del factor R de acuerdo a la localización del área de estudio y sus respectivas regiones.

Figura IV.15. Regionalización Nacional del Factor "R" (Cortés, 1991).

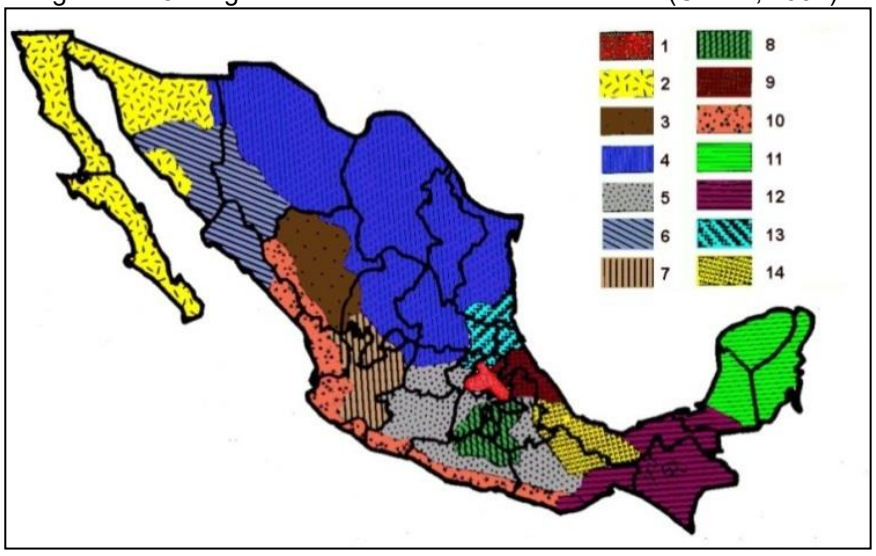


Tabla IV. 42. Ecuaciones Regionales para México que Estiman el Valor de R por Medio de la Precipitación Anual (P) (Cortés, 1991).

Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia ® en la República Mexicana		
Región	Ecuación	R2
I	R = 1.2078P + 0.002276P2	0.92
II	R = 3.4555P + 0.006470P2	0.93
II	R = 3.6752P - 0.001720P2	0.94
IV	R = 2.8559P + 0.002983P2	0.92
V	R = 3.4880P - 0.00088P2	0.94
VI	R = 6.6847P + 0.001680P2	0.9
VII	R = -0.0334P + 0.006661P2	0.98
VIII	R = 1.9967P + 0.003270P2	0.98
IX	R = 7.0458P - 0.002096P2	0.97
X	R = 6.8938P + 0.000442P2	0.95
XI	R = 3.7745P + 0.004540P2	0.98
XII	R = 2.4619P + 0.006067P2	0.96
XIII	R = 10.7427P - 0.00108P2	0.97
XIV	R = 1.5005P + 0.002640P2	0.95

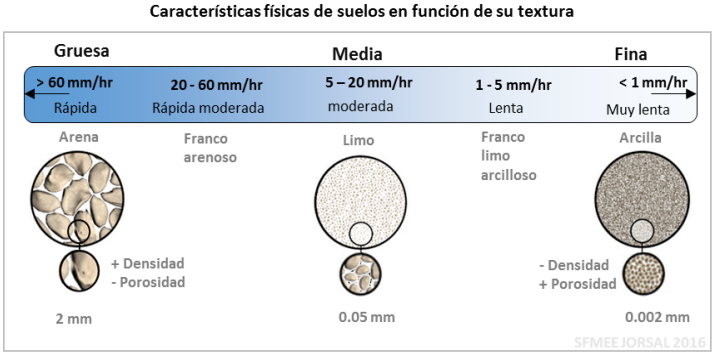
Factor R = 2.8559 (P) + 0.002983 (P)2
P= 368.27 mm
Factor R = 2.8559 (368.27 mm) + 0.002983 (368.27 mm)2
Factor R = 1,456.30

Erosionabilidad (Factor K)

El valor para el factor K utilizado para el presente proyecto se encuentra fundamentado en los trabajos de investigación científica realizados en México, como los presentados por Loredo O., 2007 y Flores I., 2016, los cuales toman como base la metodología realizada por la FAO (1980) la cual emplea unidades de suelo, y la adaptación realizada por INEGI para las condiciones ambientales de México (Figueroa et al., 1991), así como los trabajos presentados por Montes-León et al., (2011), "Mapa Nacional de Erosión Potencial" y López et al., (2012) "Evaluación de la vulnerabilidad de los suelos del Estado de Durango, México en el contexto del cambio climático".

El factor K está ligado al tipo y textura del suelo, la cual indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena (partículas con un diámetro mayor o igual a 2 mm), el limo (partículas con diámetro de 0.5 mm) y la arcilla (diámetro menor o igual a 0.002 mm), en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

Figura IV. 16. Propiedades físicas del suelo.



La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Tabla IV. 43. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo y textura.

Nombre	Clave	Textura		
		Gruesa (1)	Media (2)	Fina (3)
Acrisol	AC	0.026	0.04	0.013
Arenosol	AR	0.013	0.02	0.007
Chernozem	CH	0.013	0.02	0.007
Calcisol	CL	0.053	0.079	0.026
Cambisol	CM	0.026	0.04	0.013
Durisol	DU	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	FL	0.026	0.04	0.013
Gipsol	GY	0.053	0.079	0.026
Castañozem	KS	0.026	0.04	0.013
Leptosol	LP	0.013	0.02	0.007
Luvisol	LV	0.026	0.04	0.013
Phaeozem	PH	0.013	0.02	0.007
Regosol	RG	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	0.026	0.04	0.013
Solonetz	SN	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	UM	0.026	0.04	0.013
Vertisol	VR	0.053	0.079	0.026
Otros	H2O	1	1	1

Fuente: Montes León et. al., 2011.

De acuerdo con los valores de los datos vectoriales de la carta edafológica de INEGI serie II, con base a la ponderación según la superficie del Sistema Ambiental, se determinó un tipo de suelo y una clase textural, el valor obtenido para el Factor K fue de 0.0608.

Tabla IV. 44. Factor K ponderado, de acuerdo con el tipo de suelo y textura (SA).

Concepto	Textura	Factor K	ha CH	% CH	Ponderación
Cambisol	2 (media)	0.04	0.0473	0.00%	0.0000
Durisol	1 (gruesa)	0.05	2028.1228	24.00%	0.0127

Leptosol	2 (media)	0.02	4651.0132	55.03%	0.011
Luvisol	2 (media)	0.04	393.7508	4.66%	0.0018
Cuerpo de agua	NA	1.00	66.7182	0.79%	0.0078
Asentamientos humanos (Zona urbana)	NA	1.00	198.5925	2.35%	0.0234
Phaeozem	2 (media)	0.02	467.1993	5.53%	0.0011
Regosol	2 (media)	0.04	646.3999	7.65%	0.003
		Total	8451.8440	100.00%	0.0608

Longitud y Grado de pendiente (Factor LS)

El factor LS fue calculado utilizado el modelo digital de elevación (MDE) de INEGI para el SA, así como las diversas herramientas del programa informático de sistema de información geográfica Arcgis 10.8.1, siguiendo la secuencia y formulas con base a los trabajos de investigación realizados en México.

En las investigaciones de Castro M., (2013), Melchor & Chagoya (2016), Flores I. 2016 y Ordoñez R., (2017) emplea la fórmula propuesta por Velásquez, 2008 para el cálculo del subfactor "L" y los criterios de McCool et al., 1987,1989 para el cálculo del subfactor "S", con ayuda de las herramientas de software de sistemas de información geográfica, y archivos ráster MDE (Modelo Digital de Elevación) obtenido a través del portal de INEGI, una vez obtenido los valores de los subfactores L y S estos son multiplicados para la obtención del valor factor LS.

El modelo digital de elevación consiste en una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. Con el uso del modelo digital de elevación se estimaron capas de pendiente, flujos de acumulación del agua y el cálculo del estimador por pixel de acuerdo con las fórmulas que se describen a detalle más adelante.

El factor L: es la longitud de la pendiente que corresponde a la distancia desde el origen de la escorrentía superficial a lo largo de su vía de flujo a la localidad donde se concentra el flujo o donde se deposita el suelo desprendido. Las siguientes fórmulas se utilizan para el cálculo de dicho factor. Para los cálculos del factor L en el SA, se utilizó el área de drenaje aportadora con la siguiente formula (Desmet & Govers, 1996, citado por VELÁSQUEZ, 2008).

$$\boldsymbol{L}(i,j) = \frac{(A_{(i,j)}+D^2)^{m+1}-A_{(i,j)}{}^{m+1}}{\mathrm{x}^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m} \qquad \mathbf{M} = \frac{F}{(1+F)} \qquad \boldsymbol{F} = \frac{sin\beta/0{,}0896}{3(sin\beta)^{0{,}8}+0{,}56}$$

Dónde:
A (i, j) [m] = Área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda)
D = Tamaño del pixel
X = Factor de corrección de forma
Factor de forma = 1

M = Exponente de la longitud de la pendiente
β = Ángulo de la pendiente
Factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCOOL et al., 1987,1989, citado por BARRIOS y QUINONEZ, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.8\ sin\beta_{(i,j)} + 0.03 & tan\beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8\ sin\beta_{(i,j)} - 0.5 & tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

Velásquez (2008) nos dice que, cuando se aplica esta fórmula en la herramienta Raster Calculator del programa ArcGIS se debe tomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0,01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

A los factores L y S, se les asignó un valor por pixel (15 m x 15 m), resultado de clasificaciones de las capas de información utilizadas en el programa ArcGIS 10.3.1

Posterior a la aplicación de estas fórmulas obtenemos un modelo digital de elevación final. Este MDE se obtuvo de la multiplicación del valor de L y S.
Factor LS = Factor L * Factor S

El valor del Factor LS en el SA es de **3.4442**.

Factor de protección de la vegetación (Factor C)

El factor C considera el efecto de la vegetación y las prácticas de manejo en la erosión, ya que estima la tasa de perdida de suelo en las condiciones actuales en relación a aquella que se experimenta bajo condiciones naturales del área (Montes et al., 2014).

En este factor también es considerado la presencia de residuos de plantas muertas, raíces y pastos ya que estos elementos contribuyen a evitar el desprendimiento del suelo.

La obtención del factor C así como la clase de cobertura se realizó con base en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie VII (INEGI), así como la imagen satelital para hacer una interpretación del tipo de cobertura que representa a través de una clasificación supervisada utilizando el programa ArcGis, y de acuerdo con diversas bibliografías como Roose, 1977 y Wischmeier, W. H., and Smith, D.D. 1978.

Tabla IV. 45. Valores de estimación pérdida de suelo Factor C.

Vegetación y/o Uso de suelo	C	Vegetación y/o Uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01	Pastizal gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54

Vegetación y/o Uso de suelo	C	Vegetación y/o Uso de suelo	C
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perenifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperenifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Fuente: Montes et al., 2011, Mapa Nacional de Erosión Potencial.

El valor ponderado del Factor C resultó en 0.1768, este valor se obtuvo considerando la superficie que ocupa cada tipo de vegetación y uso de suelo en el área del Sistema ambiental.

Tabla IV. 46. Valor ponderado del factor C para el área del Sistema ambiental.

Concepto	Factor C	SA ha	% SA	Ponderación
Área desprovista de vegetación	1	71.5923	0.85%	0.0084
Asentamientos humanos (Zona urbana)	0.005	198.5906	2.35%	0.0001
Bosque de encino	0.1	2529.4506	29.93%	0.0299
Cuerpo de agua	1	66.7185	0.79%	0.0078
Matorral desértico micrófilo	0.25	2772.2928	32.80%	0.0820
Pastizal natural	0.07	2496.5261	29.54%	0.0206
Agricultura de temporal anual	0.75	316.6731	3.75%	0.0280
	Total	8451.8440	100.00%	0.1768

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los factores contemplados para estimar la erosión hídrica actual en el Sistema ambiental.

Tabla IV. 47. Valores usados en el cálculo de erosión hídrica actual SA.

Factor	SA
R	1,420.17
K	0.8134
LS	1.8112
C	0.3624

En tanto, para el área de proyecto, se aplicó la metodología antes descrita, sin embargo, se hizo la estimación con base en la superficie que se va desmontar por año, en la siguiente tabla se presentan los valores utilizados para cada factor de acuerdo al área:

Tabla IV. 48. Valores usados en el cálculo de erosión hídrica actual Proyecto.

Tasa de erosión actual CUSTF (RKLS+C)					
Año de ejecución CUSTF	Superficie de CUSTF	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C
1	0.5675	1,456.30	0.0200	1.0899	0.2500
2	3.7894			0.7868	
3	2.4498			0.7165	
5	2.1101			1.3956	
7	7.3721			0.4239	
Total	**16.2889**				

Erosión Hídrica Actual SA y área de proyecto

El producto total de los cinco factores (R, K, L, S, C) es el valor erosivo actual en el sitio; esto es, la pérdida de suelo con la que cuenta el sitio aun con la protección que ofrece la cobertura vegetal y la resistencia que ésta opone ante la erosión. Cabe mencionar que los cálculos de área de proyecto corresponden a la superficie de vegetación forestal que será removida para el desarrollo de las obras en el presente estudio.

El en Sistema ambiental se identificó que la tasa de erosión es de clasificación "Alta", sin embargo, el área de proyecto, las tasas de erosión se mantuvieron por debajo de 12 ton/ha/año, por lo cual se clasifica como "Ligera", esto con base en la tabla "Valores de la erosión laminar.

Tabla IV. 49. Erosión hídrica actual SA.

Erosión Actual SA (RKLS+C)			
Zona	Superficie (ha)	Tasa de Erosión Actual (Ton/ha/año)	Volumen de Erosión Actual (Ton/ha/año)
Sistema ambiental	8,451.8440	53.9169	455,697.2277

Tabla IV. 50. Erosión hídrica actual Proyecto.

Erosión Actual Proyecto (RKLS+C)			
Año	Superficie (ha)	Tasa de Erosión Actual (Ton/ha/año)	Volumen de Erosión Actual (Ton/año)
1	0.5675	7.93	4.5002
2	3.7894	5.72	21.6753
3	2.4498	5.21	12.7634
5	2.1101	10.16	21.4386
7	7.3721	3.08	22.7060
Total	**16.2889**		**83.0835**

Nivel de erosión laminar

Los valores para asignar el nivel de erosión se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. 51. Valores de la erosión laminar.

Valores de erosión laminar (ton / [Ha*año])	
Ligera	Menor de 12

Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy Alta	Mayor de 200

(CONAFOR, 2010)

Erosión Eólica actual

La erosión eólica es una función principalmente del clima, el suelo y la vegetación, los cuales, al conjugarse bajo determinadas condiciones propician o restringen este tipo de erosión. La erosión eólica ocurre bajo las siguientes condiciones: escasa precipitación, fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche, así como vientos suficientemente fuertes para provocar el movimiento de las partículas del suelo.

La metodología para el cálculo de la erosión por efecto del viento según la FAO y el-Colegio de Posgraduados (Publicado por la SEDUE, 1989) y la expresión para determinar la pérdida de suelos:

EROEO = IAVE * CATEX * CAUSO

Dónde:
IAVE: Índice de Agresividad del viento
CATEX: Valor de acuerdo Textura
CAUSO: Valor de uso del suelo

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo a las características de cada variable.

Índice de Agresividad del viento (IAVIE)
Para obtener el valor de IAVIE primeramente se tiene que obtener el período de crecimiento (PECRE). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408\ (PRECIPITACIÓN) - 0.0000372\ (PREC)^2 - 33.1019$$

Dónde:
PRECIPITACIÓN = Precipitación anual (mm) 734.10 mm
PECRE = 0.2408 (**368.27 mm**) – 0.0000372 (**368.27 mm**)^2 – 33.1019
PECRE = 50.53 mm

Calculo para obtener IAVIE:
IAVIE: Índice de agresividad del viento, se obtiene a partir de la siguiente formula:
IAVIE= 160.8252-0.7660 (PECRE)
IAVIE= 160.8252-0.7660 (50.53 mm)
IAVIE= 122.11

Así mismo se enlistan los valores para PECRE e IAVIE, obtenidos mediante las fórmulas antes mencionadas.

Tabla IV. 52. Valores de Precipitación Anual, PECRE y IAVIE

PREC. (mm)	PECRE (mm)	IAVIE
368.27	50.53	122.11

Calificación de la Textura. (CATEX)

De la información de las unidades de suelo, se debe establecer si se trata o no de suelos calcáreos. Los suelos calcáreos son los siguientes:

Tabla IV. 53. Subunidades de suelos.

Suelos Calcáreos	
skn	Calcisol (CL)
sk	Leptosol (LP)
eu	Leptosol (LP)
ca	Leptosol (LP)
szw	Vertisol (VR)

En el caso de que los suelos no sean calcáreos, proceden a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1, 2, 3 y las fases gravosas y pedregosas.

Tabla IV. 54. Valor CATEX para suelos no calcáreos.

Catex	Textura y fase de suelos no calcáreos
1.75	2 (media)
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.62	2 y fase gravosa o pedregosa
0.87	Pedregosa o gravosa
3.5	3 (fina)

(INE, 1988)

En el caso de que las unidades de suelo sean calcáreas, calificar la textura y la fase de acuerdo con los siguientes valores:

Tabla IV. 55. Valor CATEX para suelos calcáreos.

Catex	Textura y fase de suelos calcáreos
3.5	3 (fina)
1.75	2 (media)
1.85	1 (Gruesa)
0.87	Pedregosa o gravosa

(INE, 1988)

Valor de uso del suelo (CAUSO)

Los valores de la variable CAUSO se muestran en la siguiente tabla.

Se continuó el procedimiento calificando el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

Tabla IV. 56. Valores para el cálculo de CAUSO.

CAUSO	Vegetación
0.7	Agricultura de Temporal
0.2	Agricultura de Riego
0.15	Monte o Matorral
0.3	Pastizal
0.2	Bosque

(INE, 1988)

En caso de que existan varios usos de suelo, implica el cálculo ponderado, según el porcentaje que ocupa sobre en el SA.

Resultados de erosión eólica actual en el SA:

Tabla IV. 57. Resumen de los cálculos erosión eólica actual SA.

Zona	Superficie	PREC. (mm)	PECRE (mm)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROEO (Ton/ha/año)	Volumen de erosión actual (Ton/año)
Sistema ambiental	8,451.8440	368.27	50.53	122.11	1.0965	0.2400	32.13	271,557.74

Resultados de erosión eólica actual en el área de proyecto, como se menciona anteriormente se realizaron las estimaciones de perdida de suelo con base en la superficie que será desmontada por año.

Tabla IV. 58. Resumen de los cálculos erosión eólica actual de proyecto.

Año	Superficie CUSTF (ha)	PECRE (mm)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROEO (Ton/ha/año)	Volumen de erosión actual (Ton/año)
1	0.5675	50.53	122.11	0.62	0.15	11.35	6.44
2	3.7894						43
3	2.4498						27.8
5	2.1101						23.94
7	7.3721						83.67
Total	**16.2889**						**184.85**

Con base en los valores obtenidos, se identifica que la tasa de erosión actual para el Sistema ambiental se clasifica como "Ligera" y como "Sin erosión" para el área sujeta a cambio de uso de suelo dentro del área de proyecto.

Nivel de erosión eólica

Los valores para asignar el nivel de erosión se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. 59. Valores de la erosión eólica.

Clase de degradación	Valor de la erosión eólica ton/ha/año
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	De 12 a 50
Moderada	De 50 a 100
Alta	De 100 a 200
Muy alta	Mayor de 200

(INE, 1988)

Erosión hídrica Potencial (proyecto)

Una vez obtenidos los valores para los factores R, K y LS para el área del proyecto que cuenta con vegetación forestal, estos son multiplicados siguiendo la metodología de la ecuación universal de perdida de suelo (USLE) para el cálculo de erosión hídrica potencial (R*K*LS), el producto (tasa de erosión potencial) es ponderado de acuerdo a la superficie de cada polígono dentro de proyecto que se pretende desmontar por año.

Para esta fórmula se omite el valor de C (vegetación) debido a que el proyecto implica la remoción de la vegetación en esta área, por lo que el valor de C puede no incluirse en la operación o ser sustituido por el valor de 1 (área sin vegetación aparente).

Como se menciona anteriormente, los cálculos de erosión se estimaron por año. La tasa de erosión potencial para el área del proyecto que cuenta con vegetación forestal se encuentra en un rango de 12.34 a 40.64 **Ton/ha/año** dependiendo del año y superficie**,** por lo que se cataloga como tasa de erosión "Moderada" de acuerdo con la clasificación de la tabla de Valores de la erosión laminar.

Tabla IV. 60. Volumen y tasa de erosión hídrica potencial obtenida por periodo total del proyecto.

Año	Superficie (ha)	Tasa de Erosión Potencial CUSTF (Ton/ha/año)	Volumen de Erosión potencial en el CUSTF (Ton /año)
1	0.5675	31.74	18.0124
2	3.7894	22.91	86.8151
3	2.4498	20.86	51.1028
5	2.1101	40.64	85.7544
7	7.3721	12.34	90.9717
Total	16.2889		332.6564

Resumen de la Erosión hídrica de los diferentes tipos de escenario para el área de proyecto

Para la estimación de pérdida de suelo se utilizó el mismo procedimiento y fórmulas descritas anteriormente.

Se determinó la pérdida de suelo en el área del proyecto que cuenta con vegetación forestal correspondiente a una superficie de 16.2889 hectáreas, considerado distintos escenarios los cuales se muestran a continuación:

Tabla IV. 61. Volumen de erosión hídrica estimado.

Año	Superficie (ha)	Tasa de Erosión Actual CUSTF (Ton/ha/año)	Volumen de Erosión Actual en el CUSTF (Ton/año)	Tasa de Erosión Potencial CUSTF (Ton/ha/año)	Volumen de Erosión potencial en el CUSTF (Ton /año)
1	0.5675	7.93	4.5002	31.74	18.0124
2	3.7894	5.72	21.6753	22.91	86.8151
3	2.4498	5.21	12.7634	20.86	51.1028
5	2.1101	10.16	21.4386	40.64	85.7544
7	7.3721	3.08	22.7060	12.34	90.9717
Total	**16.2889**		**83.0835**		**332.6564**

Posteriormente se realizada el cálculo de la diferencia del volumen de erosión potencial menos el volumen de erosión actual, lo cual da como resultado es el volumen de erosión hídrica total a mitigar durante el proyecto, que es de **249.5729 Ton.**

Tabla IV. 62. Volumen de erosión hídrica a mitigar estimado.

Volumen de erosión hídrica actual, potencial y a mitigar con la remoción de vegetación				
Año	**Superficie (ha)**	**Volumen de Erosión Actual en el CUSTF (Ton/año)**	**Volumen de Erosión potencial en el CUSTF (Ton /año)**	**Volumen de Erosión a Mitigar durante CUSTF (Ton/año)**
1	0.5675	4.5002	18.0124	13.5122
2	3.7894	21.6753	86.8151	65.1398
3	2.4498	12.7634	51.1028	38.3394
5	2.1101	21.4386	85.7544	64.3158
7	7.3721	22.7060	90.9717	68.2657
Total	16.2889	83.0835	332.6564	**249.5729**

Erosión Eólica Potencial (proyecto)

Para obtener la erosión eólica potencial se usó la misma fórmula de la erosión eólica actual (EROEO). La única diferencia será el sustituir el valor de **CAUSO de 0.15 a 1**. El valor de 1 es el valor más crítico para representar el escenario sin vegetación. Esto se determinó, puesto que los rangos de la tabla "Valores para el cálculo de CAUSO" van de 0 a 1, lo cual nos dice que los valores más cercanos a "0" representa una mayor cobertura de vegetación y los valores más cercanos a "1" representan una menor vegetación o ausencia de ella.

EROEO = IAVE * CATEX * CAUSO
EROEO = 122.11 * 0.62 * 1

EROEO = 75.70 Ton/ha/año

La tasa de erosión eólica potencial obtenido es de **75.70 Ton/ha/año** catalogado como "Moderada" de acuerdo con la clasificación de la tabla "Valores de la erosión eólica".

Tabla IV. 63. Erosión eólica potencial en el área del proyecto.

Año	Superficie (ha)	Tasa de Erosión Potencial CUSTF (Ton/ha/año)	Volumen de Erosión potencial en el CUSTF (Ton /año)
1	0.5675	75.70	42.95
2	3.7894		286.85
3	2.4498		185.44
5	2.1101		159.73
7	7.3721		558.06
Total	**16.2889**		**1,233.03**

Resumen de la Erosión eólica de los diferentes tipos de escenario para el área de proyecto

En términos volumétricos se multiplicaron los valores de tasa de erosión eólica de cada escenario por la superficie correspondiente al proyecto, obteniendo un volumen de erosión total a mitigar de **1,048.18 Ton**.

Tabla IV. 64. Volumen de erosión eólica a mitigar estimada, área de proyecto.

Año	Superficie CUSTF (ha)	Volumen de erosión actual (Ton/año)	Volumen de erosión potencial (Ton/año)	Volumen a Mitigar durante el CUSTF (Ton/año)
1	0.5675	6.44	42.95	36.51
2	3.7894	43.00	286.85	243.85
3	2.4498	27.80	185.44	157.64
5	2.1101	23.94	159.73	135.79
7	7.3721	83.67	558.06	474.39
Total	**16.2889**	**184.85**	**1,233.03**	**1,048.18**

Mitigación de la erosión hídrica y eólica con las medidas propuestas.

Las medidas de mitigación fueron seleccionadas por su eficiencia y costo de elaboración ajustando el número de obras de acuerdo a los requerimientos de protección de la erosión del suelo del proyecto.

Tabla IV.65.Obra de conservación de suelo y captación de agua propuesta.

Tipo de obra
Presas de gavión

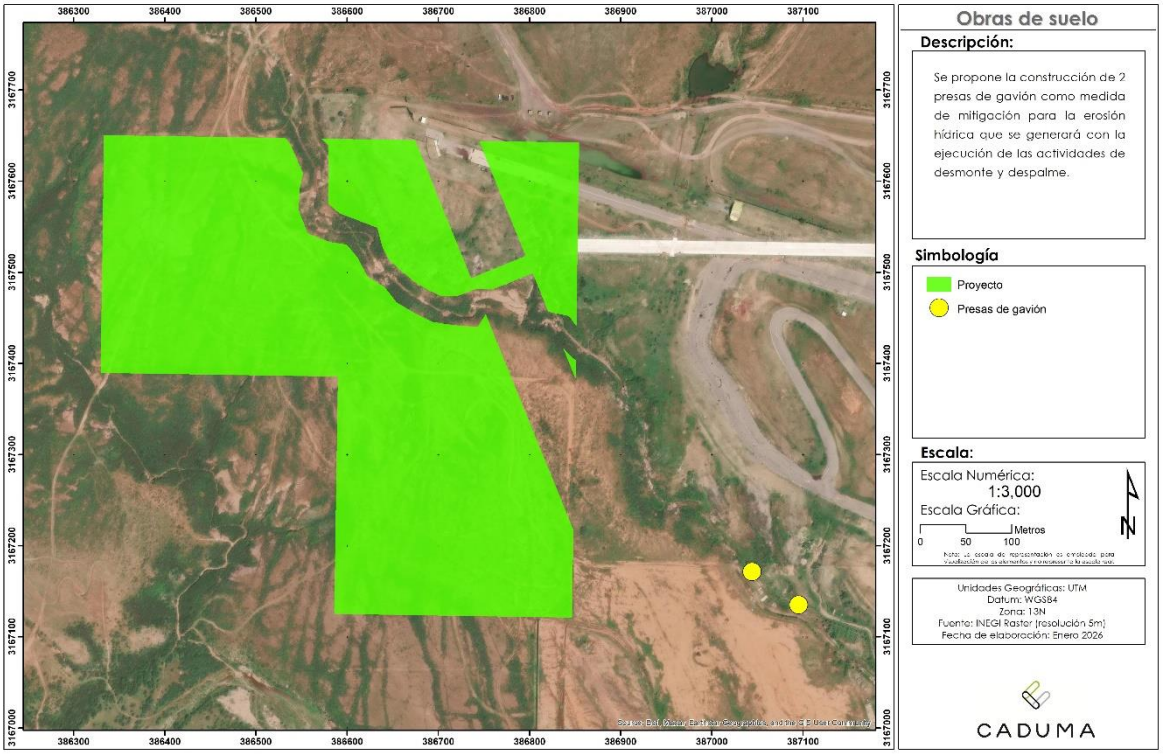
Coordenadas y mapa de ubicación de las obras de mitigación para erosión hídrica, Zanja bordo.

A continuación, se muestran las coordenadas por tipo de obra, numero de obra y cauce o sección donde se encuentran, el sistema de coordenadas empleado es el de WGS 84 UTM 13 N, estas obras se muestra en la Figura "Ubicación de obras de mitigación", en el cual se muestra también el área de la microcuenca donde se ubica el área de proyecto.

Tabla IV.66. Coordenadas de ubicación de las presas de gavión.

Vértice	X	Y
1	387044.0204	3167171.7780
2	387095.0851	3167135.4638

Figura IV.17. Ubicación de las obras de mitigación.



Criterios que se tomaron en cuenta para proponer y colocar las obras de mitigación

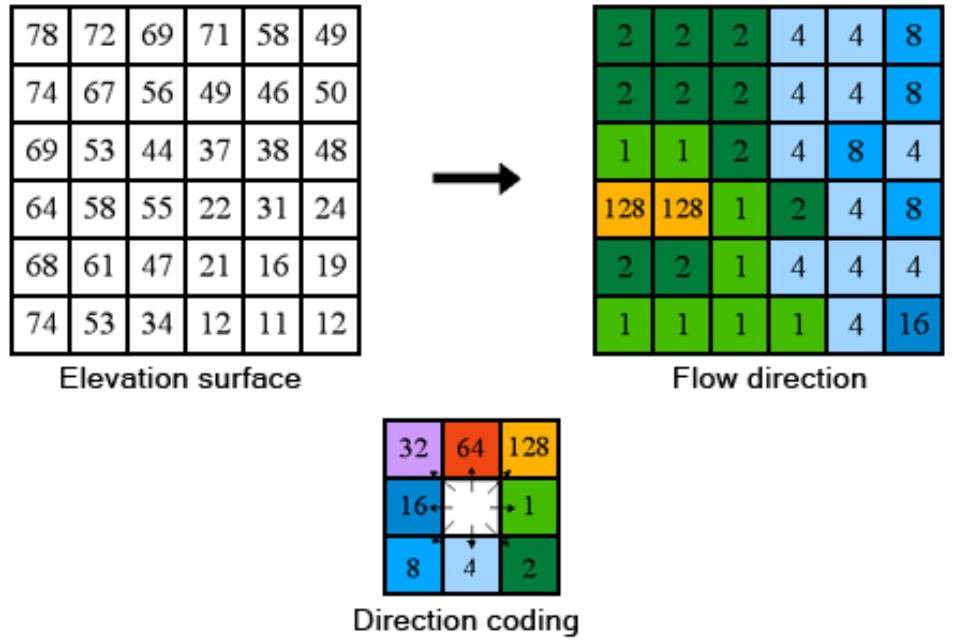
Se realizaron los análisis de superficie y sus características como lo es la elevación, hidrología superficial, pendiente y dirección de flujo de los escurrimientos, se localizaron las secciones del proyecto con mayor tasa de erosión potencial próximos de proyecto mediante la metodología USLE y valores antes señalados para el cálculo de la tasa de erosión hídrica potencial y la herramienta Raster Calculator del programa ArcGis.10.8.2.

La determinación del área de influencia de las obras propuestas "presas de gavión" fue realizada a través del análisis de las características del terreno a partir del MDE (modelo digital de elevación) de la SA (Sistema ambiental), tipo de suelo, pendiente, tipo de vegetación, curvas a nivel y dirección de flujo.

Metodología para la obtención del de mapa dirección de flujo

Para realizar el mapa de dirección de flujo, se empleó la herramienta flow direcction y el MDE antes mencionado, con el producto de esta operación se utilizó la herramienta Resample con una cuadricula de 50 x 50 m realizando un promedio del valor obtenido para la dirección de flujo por pixel, por último, la conversión de raster a polígono de puntos y la sustitución de la simbología por flechas con ángulos de acuerdo a los valores de cada punto.

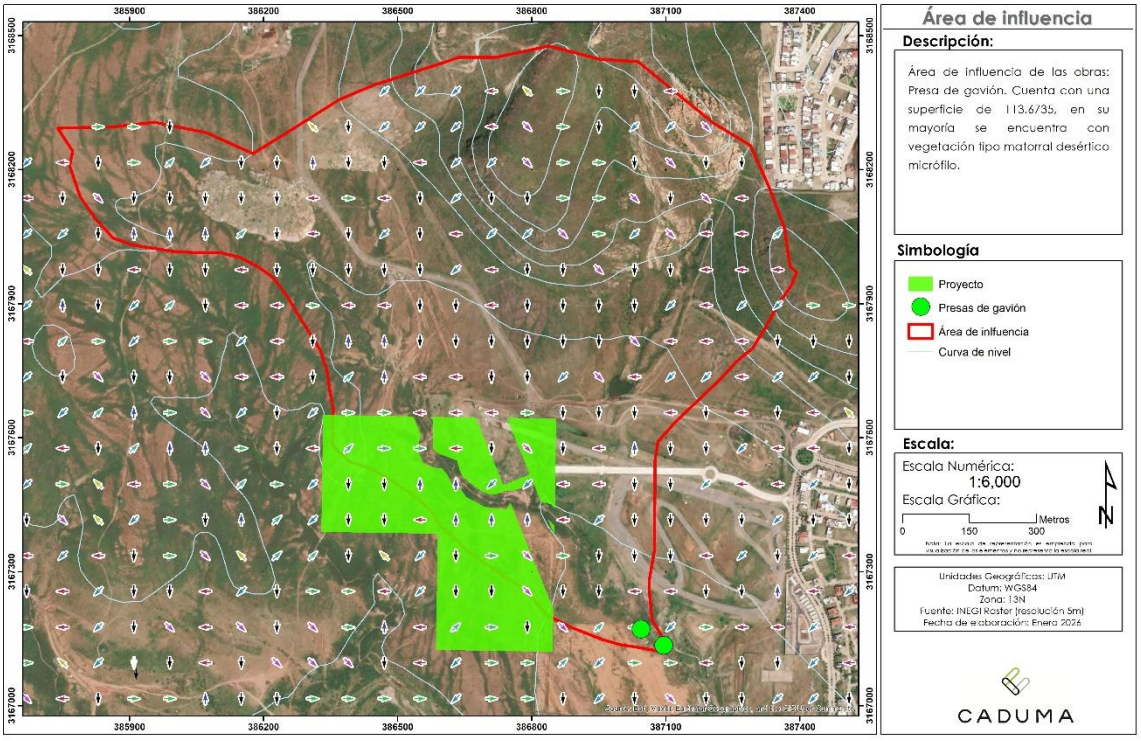
Figura IV.18. Codificación de la dirección de flujo, modelo de flujo de ocho direcciones.



Fuente: ArcGis for Descktop, basado en el trabajo de Jenson & Domingue (1988).

En la figura 3 se muestra la dirección de flujo de los escurrimientos formados en eventos de lluvia, la dirección de los escurrimientos es representada por flechas, las cuales se tomaron como guía para la delimitación del área de influencia de las obras de mitigación "Presas de gavión".

Figura IV.19. Análisis de dirección de flujo, escurrimientos en eventos de precipitación.



Las obras de mitigación que se describirán a continuación tienen como finalidad minimizar y/o compensar la erosión generada durante el proyecto el cual este tendrá una duración de un año aproximadamente, las obras propuestas fueron analizadas, seleccionadas y ubicadas siguiendo criterios como la pendiente, tipo de suelo, tipo de vegetación, material disponible, etcétera.

Para el cálculo de las obras de conservación de suelos se consideraron los niveles de erosión actual en el área de proyecto y área de reforestación, así mismo se realizaron los cálculos correspondientes por obra para determinar la cantidad de retención de cada una siguiendo el manual de CONAFOR, 2023 "Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales".

<u>Retención de erosión hídrica con las Presas de gavión</u>

Es una estructura permanente, permeable y ligeramente flexible formada a base de paralelepípedos de forma rectangular (cajones) denominados gaviones, construidos por una malla de alambre de triple torsión, llenados de piedra acomodada. Este tipo de presa representa un costo considerable por lo que requiere de un diseño de ingeniería.

Las presas de gaviones pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia; permiten el flujo normal del agua, reteniendo azolves, y debido a que los cajones de gaviones forman una sola estructura, tienen mayor resistencia al volteo y al deslizamiento.

De acuerdo con las características de altura y metros lineales, se estima una capacidad volumétrica de 540.48 m^3 y considerando la densidad de suelo (Franco 1.4 gr/ml) se estima una capacidad de retención total de 756.66 toneladas de suelo.

Se realizaron los cálculos correspondientes siguiendo las fórmulas para el cálculo de la captación de sedimentos y espaciamiento entre obras para el control de erosión laminar presentes en manual de CONAFOR, 2023 "Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales". Estos cálculos se realizaron por cauce y por cada tipo de obras de mitigación, obteniendo la capacidad de retención de suelo en Ton/año, los resultados se muestran en la tabla "Resultados de retención por obras", las características de las obras se presentan en el Anexo "Cálculo de Retención de suelo e infiltración" se observan los cálculos y formulas empleadas.

Para obtener el calcular el volumen de retención de suelo de las zanja bordo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{tan}(\propto) = \frac{a}{b}$$

Dónde:
$\tan(\propto)$= Valor de la pendiente
a = Altura efectiva

Sustituyendo el valor de la pendiente en la ecuación y el valor de "a", se despeja la fórmula para obtener el valor de "b":

$$\mathbf{b} = \frac{a}{\tan(\propto)} = m$$

A continuación, el área de retención es igual a:

$$\acute{\mathbf{A}}\boldsymbol{rea} = \frac{b * a}{2}$$

Posteriormente para obtener el volumen se multiplica el valor del área por la cantidad de metros lineales:

$$\boldsymbol{Volumen} = \acute{A}rea * metros\ lineales$$

Lo que sería igual al volumen de retención en un metro de obra, posteriormente se calcula el volumen de suelo en peso. Para esto se consulta el cuadro de densidad aparente con base a las clases que señala el manual CONAFOR, 2023 "Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales".

Tabla IV.67.Textura de suelo y densidad aparente.

Textura de suelo y densidad aparente	Densidad aparente (gramos/mililitro)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4

Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

$$\boldsymbol{Peso} = (Densidad\ aparente)\ (Volumen)$$

Teniendo el resultado del peso del suelo retenido en toneladas, se aplica la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Total\ de\ toneladas\ de\ suelo} = (Volumen\ estimado\ por\ metro\ lineal)(Metro\ lineal\ por\ obra)(Densidad\ aparente)(Número\ de\ obras)$$

Se especifica que la referencia bibliográfica para el cálculo de retención de suelo y captación de agua fue el "Manual de obras y prácticas: Protección, restauración y conservación de suelos forestales en su 5ª edición". Este manual cuenta con un apartado en el cual se especifica las mismas formulas empleadas para la memoria de cálculo de retención de suelo y captación de agua, así como la justificación del razonamiento empleado para el cálculo de obras.

Tabla IV.68. Capacidad de retención de las zanja bordo.

	Zanja bordo				
Área de influencia	**Número de obras**	**Volumen total de la obra (m3)**	**Capacidad de retención de las obras VT (m³)**	**Por obra (ton)**	**Capacidad total de retención de suelo las obras (Ton)**
1	2	270.24	**540.48**	378.33	**756.66**

La capacidad total de retención de suelo de las obras es de 756.66 Toneladas, en tanto, el volumen aportado por el área de influencia es de 2,449.6639 Ton/año. Se describe a continuación el análisis para determinar la erosión hídrica que se genera en el área de influencia y que posteriormente retendrán las presas de gavión.

<u>Cálculo de erosión hídrica para el área de influencia de las presas de gavión</u>

Erosión hídrica Presas de gavión

La estimación de la pérdida de suelo para el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo (superficie de proyecto que cuenta con vegetación forestal), fue calculada utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), así mismo para saber el suelo que se retendrá de acuerdo al área de influencia de las presas de gavión

.

La EUPS se desarrolla a partir de la siguiente fórmula:

A = R* K* LS* C* P

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha/año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr.

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.
C = Factor de vegetación.
P = Factor de prácticas mecánicas.

Erosividad (Factor R)

De acuerdo con los resultados obtenidos el factor R presente en el área de influencia (113.6735) es de 1,456.30.

Erosionabilidad (Factor K)

Tabla IV.69. Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo y textura.

		Textura		
Nombre	Clave	Gruesa (1)	Media (2)	Fina (3)
Acrisol	AC	0.026	0.04	0.013
Arenosol	AR	0.013	0.02	0.007
Chernozem	CH	0.013	0.02	0.007
Calcisol	CL	0.053	0.079	0.026
Cambisol	CM	0.026	0.04	0.013
Durisol	DU	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	FL	0.026	0.04	0.013
Gipsol	GY	0.053	0.079	0.026
Castañozem	KS	0.026	0.04	0.013
Leptosol	LP	0.013	0.02	0.007
Luvisol	LV	0.026	0.04	0.013
Phaeozem	PH	0.013	0.02	0.007
Regosol	RG	0.026	0.04	0.013
Solonchak	SC	0.026	0.04	0.013
Solonetz	SN	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	UM	0.026	0.04	0.013
Vertisol	VR	0.053	0.079	0.026
Otro	H_2O	1	1	1

Fuente: Montes León et. al., 2011.

De acuerdo con los valores de los datos vectoriales de la carta edafológica de INEGI serie II, se determinó un tipo de suelo y una clase textural, a las cuales se tomó el valor de la tabla anterior y se le asignó un factor dependiendo el tipo de suelo y textura.

Tabla IV.70. Factor K.

Concepto	Textura	Superficie (ha)	Superficie (%)	Factor K	Ponderado
Leptosol (LP)	2 (media)	22.8961	20.14%	0.02	0.0040
Phaeozem (PH)	2 (media)	90.7297	79.82%	0.02	0.0160
Zona urbana	-	0.0477	0.04%	1.00	0.0004
	Total	113.6735	100.00%		0.0204

El valor de factor K ponderado presente en el área de influencia es de **0.0204**

Longitud y Grado de pendiente (Factor LS)

El valor del Factor LS en el área de influencia es de **1.9067**

Factor de protección de la vegetación (Factor C)

Tabla IV.71. Valores de estimación pérdida de suelo Factor C.

Vegetación y/o Uso de suelo	C	Vegetación y/o Uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01	Pastizal gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de táscate	0.01	Selva alta perenifolia	0.45
Bosque de mesófilo de montaña	0.01	Selva alta subperenifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetófilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarcocaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Fuente: Montes et al., 2011, Mapa Nacional de Erosión Potencial.

El valor ponderado para el factor C dentro de la superficie del área de influencia es de **0.3803.**

Tabla IV.72. Factor C.

Concepto	Superficie ha	Superficie (%)	Factor C	Ponderado
ADV	18.9226	16.65%	1.00	0.1665
AH	0.0477	0.04%	0.005	0.0000
MDM	93.2945	82.07%	0.25	0.2052
TA	1.4087	1.24%	0.7000	0.0087
Total	113.6735	100.00%		0.3803

El producto total de los cinco factores (R, K, L, S, C) es el valor erosivo en el área de influencia contemplando la ejecución del proyecto; esto es, la pérdida de suelo con la que cuenta el sitio aun con la protección que ofrece la cobertura vegetal y la resistencia que ésta opone ante la erosión.

Tabla IV.73. Tasa de erosión hídrica en el área de influencia.

Polígono	Superficie	Tipo de suelo	Tasa (ton/ha/año)	Escenario 1 Volumen (ton/año)
Área de influencia	113.6735	Leptosol, Phaeozem y zona urbana	21.55	2,449.6639

Al relacionar el volumen obtenido de la obra 2,449.663 ton/año, con la superficie de CUSTF 16.2889 ha, se obtiene una tasa de erosión de 150.3885 ton/ha/año.

En la estimación de la vida útil de la obra, se estimó un total de 0.30 años, sin embargo, este dato únicamente es de carácter descriptivo. Las actividades de mantenimiento contemplan el desazolve periódico de las presas de gavión, con la finalidad de conservar su capacidad operativa. El material sedimentado extraído podrá ser distribuido de manera controlada en las áreas propuestas para reforestación, favoreciendo procesos de recuperación de suelo y estabilización del terreno.

Tiempo de vida útil = Capacidad total de retención / Volumen de erosión durante CUSTF (área de influencia)

0.30 años = (2,449.6639 Ton/año) / (756.66 Ton)

Tabla IV.74. Resultados de retención por obras.

Área de influencia	Superficie (ha)	Tasa de erosión del área de influencia (Ton/ha/año)	Tasa de erosión del área de influencia en relación a la superficie del CUSTF (Ton/ha/año)	Volumen de erosión generado en Área de influencia (Ton/año)	Capacidad total de retención de suelo las obras (Ton)	Tiempo de vida útil (años)
1	113.6735	21.5500	150.3885	2,449.6639	756.66	0.30

Se aclara que la estimación de la vida útil se realizó considerando la capacidad real de las obras de suelo (756.66 toneladas), dividido entre la erosión al año en el área propuesta (2,449.6639 ton/año).

Es importante señalar que la vida útil podría verse modificada a lo largo del tiempo por factores como eventos climáticos externos, incendios u otros eventos. Asimismo, con las actividades de mantenimiento propuestas.

Resultados para los distintos escenarios de erosión hídrica durante el proyecto empleando <u>Presas de gavión</u>

La diferencia del volumen de erosión actual total y el potencial total en el área de CUSTF, resulta en 249.5729 ton, en tanto la obra podrá retener el total de su capacidad en el 1er año de proyecto, lo que es un total de 756.66 ton. Por lo tanto, el total del volumen estimado de suelo que se perderá con las actividades de CUS, será mitigado con la obra de presas de gavión, reteniendo un adicional de 507.0871 ton.

Tabla IV.75. Volumen de erosión hídrica, efectividad de retención de las obras de mitigación.

Erosión Actual total CUSTF (Ton)	Erosión Potencial total CUSTF (Ton)	Erosión a mitigar total por efecto del CUSTF (Ton)	Efectividad de retención de las obras (Ton)	Retención adicional aportado por las obras (Ton)
83.0835	332.6564	**249.5729**	756.66	507.0871

Descripción de la mitigación de erosión eólica con la medida de Reforestación

Se propone obras de reforestación en áreas colindantes con el CUSTF con la finalidad de reducir la tasa de erosión eólica estimada durante el CUSTF.

Tabla IV.76. Obras de conservación de suelo.

Tipo de obra y/o medidas de mitigación
Reforestación

La reforestación consiste en rehabilitar un área degradada sin vegetación aparente o vegetación secundaria producto de una perturbación en la zona, esto con la siembra de especies vegetales de las cuales se tiene registro que se encontraban en esa región (vegetación originaria), la reforestación beneficia al medio ambiente en varios aspectos entre ellos la retención de suelo susceptible a la erosión además de algunos aspectos como captura de dióxido de carbono, incremento en la tasa de infiltración, entre otras.

Coordenadas y mapa de ubicación de las obras de mitigación hídrica y eólica, Reforestación.

Se ubicó el área de reforestación tomando en cuenta los siguientes criterios: tipo de vegetación actual y estado del mismo, tipo de suelo, pendiente y exposición.

El área propuesta para la reforestación y resiembra de pastos (especies herbáceas caracteristicas que se identificaron en el área de CUSTF), se compone de 9 polígonos, que en conjunto componen una superficie de 23.34 ha, cabe mencionar que no se contempla la reforestación total de la superficie, sino la distribución del total de los individuos en esos polígonos.

Para la estimación de la mitigación de erosión eólica, se realizaron los cálculos con base en una superficie de 5 ha.

Tabla IV.77. Superficie de reforestación por polígono.

Superficie (ha)
5.0

A continuación, se muestra las características físicas y biológicas de los polígonos propuestos para reforestación.

Tabla IV.78. Características físicas y biológicas en los sitios, obras de mitigación.

Tipo de obra	Tipo de suelo/ textura	Clima	Tipo de vegetación / estado	Tipo de degradación presente
Reforestación	Phaeozem (media y pedregosa)	Seco templado	El tipo de vegetación en que se encuentra es Matorral desértico micrófilo, actualmente se encuentra con baja, casi nula, presencia de individuos	Es, pérdida del suelo superficial por acción del viento

Retención de erosión eólica de la Reforestación y resiembra de pastos

Se utilizó la siguiente metodología para el cálculo de la erosión por efecto del viento en el escenario actual del área de reforestación, desprovista de vegetación, según la FAO y el-Colegio de Posgraduados (Publicado por la SEDUE, 1989) y la expresión para determinar la pérdida de suelos (anteriormente descrita en los Capítulos III y IV):

EROEO = IAVE * CATEX * CAUSO

Dónde:
IAVE: Índice de Agresividad del viento
CATEX: Valor de acuerdo Textura
CAUSO: Valor de uso del suelo

La primer variable obtenida es el CATEX, el cual se obtiene en función al tipo de suelo encontrado en el área de reforestación, para este caso es el suelo de tipo Phaeozem, con una textura 2 (media) y fase gravosa o pedregosa y un valor de CATEX de 0.62.

Tabla IV.79. Clasificación de CATEX.

Concepto	Concepto	Subunidad	Textura	CATEX	Superficie (ha)
Área de reforestación	Phaeozem	lv	(media y pedregosa)	0.62	5.0

El CAUSO es el valor asignado según el tipo de vegetación encontrada en el área de reforestación, para este caso, debido que son zonas desprovistas de vegetación le corresponde el valor de 1.0

Tabla IV.80. Clasificación de CAUSO.

Concepto	CAUSO	Superficie (ha)
Área de reforestación	1.0	5.0

Tabla IV.81. Cálculo de la erosión actual por efecto del viento en el CUSTF.

Concepto	Superficie (ha)	PREC. (mm)	PECRE (mm)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROEO (Ton/ha/año)	Volumen de erosión actual (Ton/año)
Área de reforestación	5.0	368.27	50.53	122.11	0.62	1.0	**75.70**	378.5000

Para estimar la erosión eólica potencial (una vez ejecutada la Reforestación), se contemplaron los siguientes valores para el factor CAUSO de acuerdo a 3 periodos de años: 1-4 años, 5-8 años y >9 años.

Debido al tamaño inicial de los individuos en la reforestación es el promedio a un año de vida de los mismos, el efecto de mitigación no puede ser clasificado como el de un bosque, por lo cual se realizaron estimaciones con base a los trabajos de investigación de Martínez S. M., *et al*., (2013) en su trabajo Influencia de variables físicas en la productividad de *Pinus arizonica* y *Pinus engelmannii* en el sur de Chihuahua, y de Dusan K. (1983) Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales.

Se identificaron 3 periodos dentro de la línea de tiempo de desarrollo promedio para especies arbóreas semejantes a las que se emplearan en el área de reforestación; periodo del 1er al 4to año, del 5to al 9° año y mayor al >9° año de implementación, esto con la finalidad de estimar el efecto de mitigación de la reforestación con respecto al tiempo.

Tabla IV.82. Valor de CAUSO por periodo.

Periodo	CAUSO
Durante CUSTF	1
1er al 4to año	0.3
5to al 9° año	0.15
>9° año	0.15

Se procede a calcular la tasa y volumen de erosión en las áreas de reforestación aplicando la medida de mitigación donde el valor de CAUSO pasará de 1.00 (sin medida de mitigación) a 0.3 debido a que la reforestación no tendrá el mismo efecto que un matorral desértico microfilo dentro de los primeros años.

Tabla IV.83. Cálculo de la erosión con medida de mitigación por efecto del viento (Áreas de Reforestación) por periodo.

Periodo	PREC. (mm)	PECRE (mm)	IAVIE	CATEX	CAUSO	EROEO (Ton/ha/año)	Volumen de erosión (Ton/año)
1er al 4to año	368.27	50.53	122.11	0.62	0.30	**22.71**	113.5500
5to al 9no año	368.27	50.53	122.11	0.62	0.15	**11.35**	56.7500
>9no año	368.27	50.53	122.11	0.62	0.15	**11.35**	56.7500

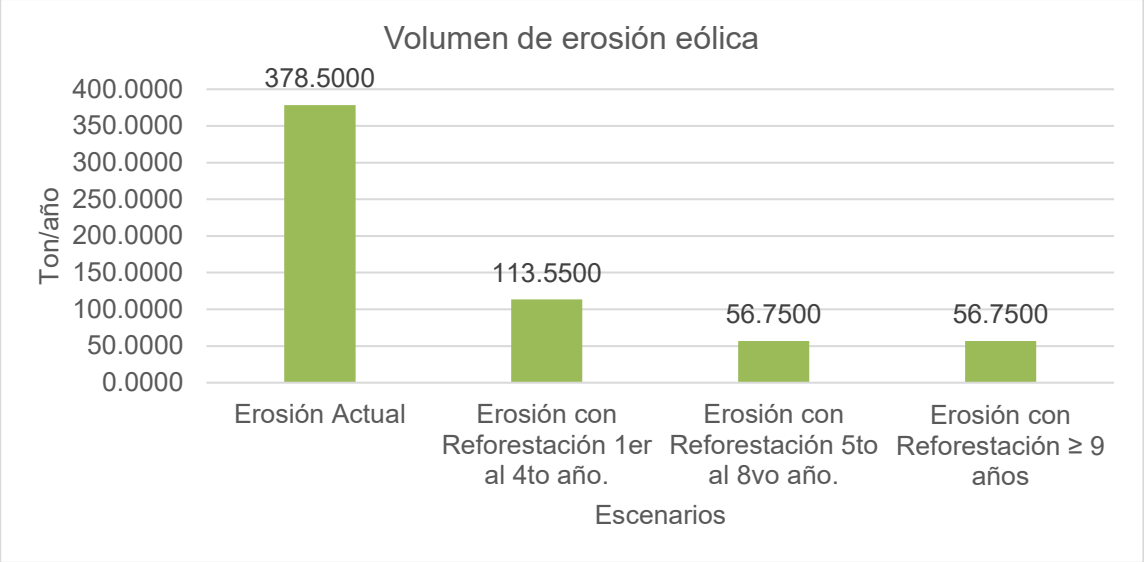
Posteriormente se calculó el volumen de erosión mitigado por la reforestación, si el volumen de erosión actual es de **378.5000** ton/año, y el volumen de erosión al 1er al 4to año de la reforestación disminuye a **113.5500** ton/año, se obtiene que se retendrá un total de **264.9500** ton/año por mencionar el primer periodo.

Tabla IV.84. Erosión en el área de reforestación y mitigación en los diferentes periodos.

Periodo	Tasa de erosión (Ton/ha/año)	Volumen de erosión (Ton/año)	Volumen de erosión mitigado (Ton/año)
Actual	**75.70**	378.5000	
1er al 4to año	**22.71**	113.5500	264.9500
5to al 9no año	**11.35**	56.7500	321.7500

Periodo	Tasa de erosión (Ton/ha/año)	Volumen de erosión (Ton/año)	Volumen de erosión mitigado (Ton/año)
>9no año	**11.35**	56.7500	321.7500

Gráfica IV.6. Volumen de erosión eólica en el área de reforestación a través del tiempo.



Retención adicional de la medida de mitigación para erosión eólica

Para identificar la eficiencia de la obra de reforestación como medida de mitigación para la erosión eólica, se presentan los resultados del volumen a mitigar por año de ejecución de cambio de uso de suelo y volumen que retendrá la reforestación del año 1 al 7, así obtener el volumen de suelo adicional que se mitigará al término del plazo de ejecución de las actividades de CUSTF.

Tabla IV.85. Erosión eólica mitigada con la obra de reforestación por periodo de ejecución de CUSTF.

Año	Superficie CUSTF (ha)	Volumen a Mitigar durante el CUSTF (Ton/año)	Volumen de erosión mitigado reforestación (Ton/año)	Volumen de erosión mitigado reforestación acumulado (Ton)
1	0.5675	36.5100	264.9500	264.9500
2	3.7894	243.8500	264.9500	529.9000
3	2.4498	157.6400	264.9500	794.8500
4	-	-	264.9500	1059.8000
5	2.1101	135.7900	321.7500	1381.5500
6	-	-	321.7500	1703.3000
7	7.3721	474.3900	321.7500	2025.0500
Total	**16.2889**	**1048.1800**	2025.0500	

En la tabla anterior se puede identificar que el volumen de erosión eólica acumulado al término del año 4, adicionalmente mitigará 11.6200 ton en comparación del total a mitigar por las actividades de cambio de uso de suelo. De esta manera, a partir del año 4 el volumen retenido será adicional al requerido para mitigar.

ANEXO 8

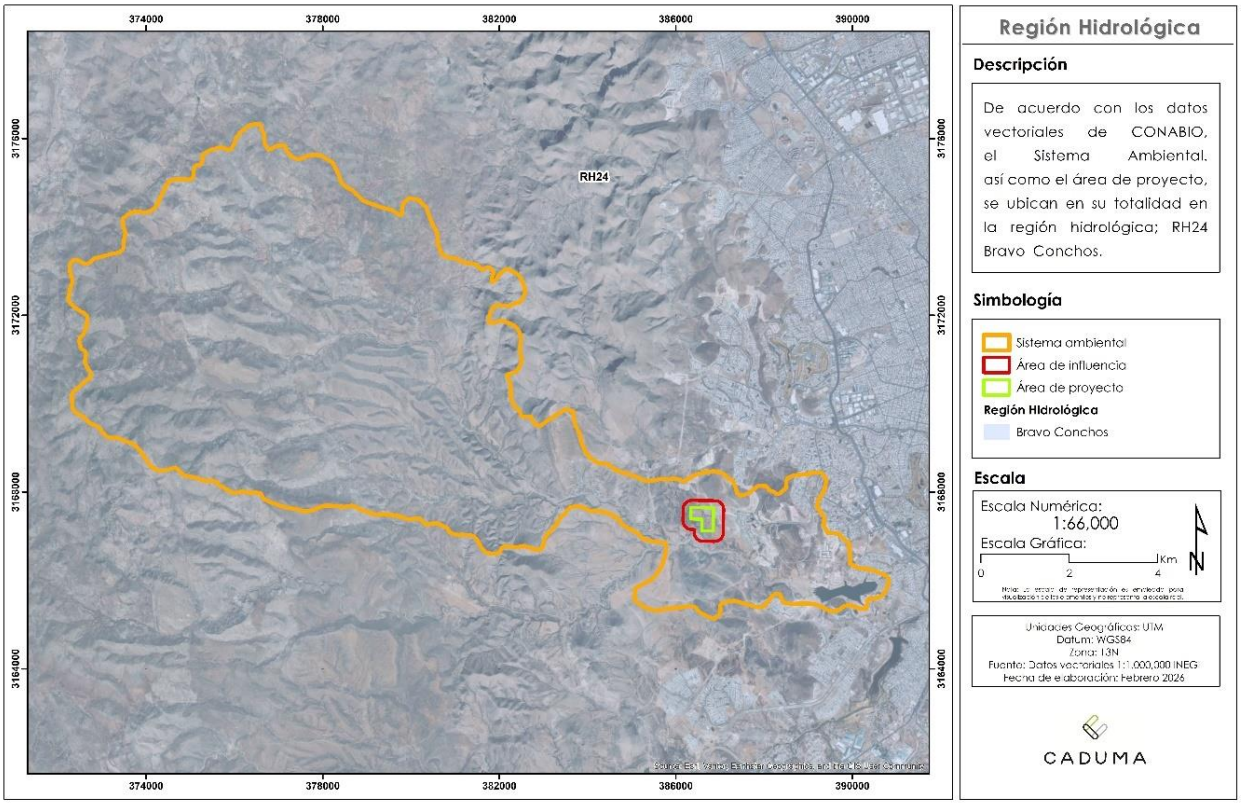
d) Hidrología superficial y subterránea

El Sistema Ambiental se localiza de acuerdo al sistema hidrológico nacional en:

RH-24 Bravo - Conchos
Se localiza al Norte del país en la parte central de América del Norte, su cauce principal y la frontera entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos es el Río Bravo, mismo que comprende desde las ciudades del Paso Texas y Ciudad Juárez Chihuahua, hasta su desembocadura en el Golfo de México.

En la región hidrológica están comprendidas partes de las entidades mexicanas de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas; tiene una superficie de escurrimiento de 226,275 kilómetros cuadrados.

Figura IV. 20. Región Hidrológica 24.

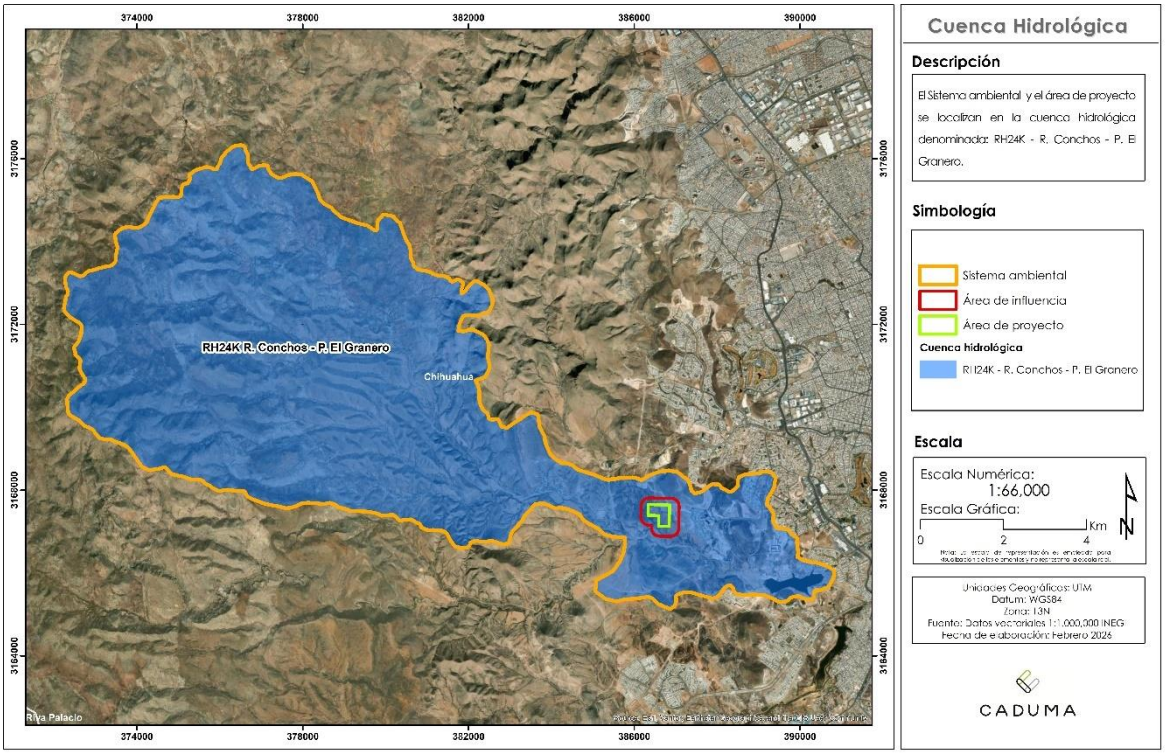


Cuenca

Son divisiones de las Regiones Hidrológicas y debe haber cuando menos dos cuencas por cada región. La cuenca de una corriente principal y sus tributarios, es el área que les proporciona una parte o la totalidad de su flujo de agua y que se limita por parteaguas.

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la cuenca denominada R. Conchos – P. El Granero (RH24K), la cual cuenta con una superficie de 12,273.95 km^2 con un perímetro de 971.18 km. Se localiza en la porción sureste del estado de Chihuahua y en dos municipios y al norte del estado de Durango.

Figura IV. 21. Cuenca Hidrológica



Subcuenca

Se considera como una subdivisión de la cuenca; cada cuenca tiene por lo menos dos subcuencas. Es Sistema ambiental y el área de proyecto se encuentran ubicados dentro de la subcuenca RH24Kd – Sacramento y RH24Kc – R. Chuviscar.

Figura IV. 22. Subcuenca Hidrológica.

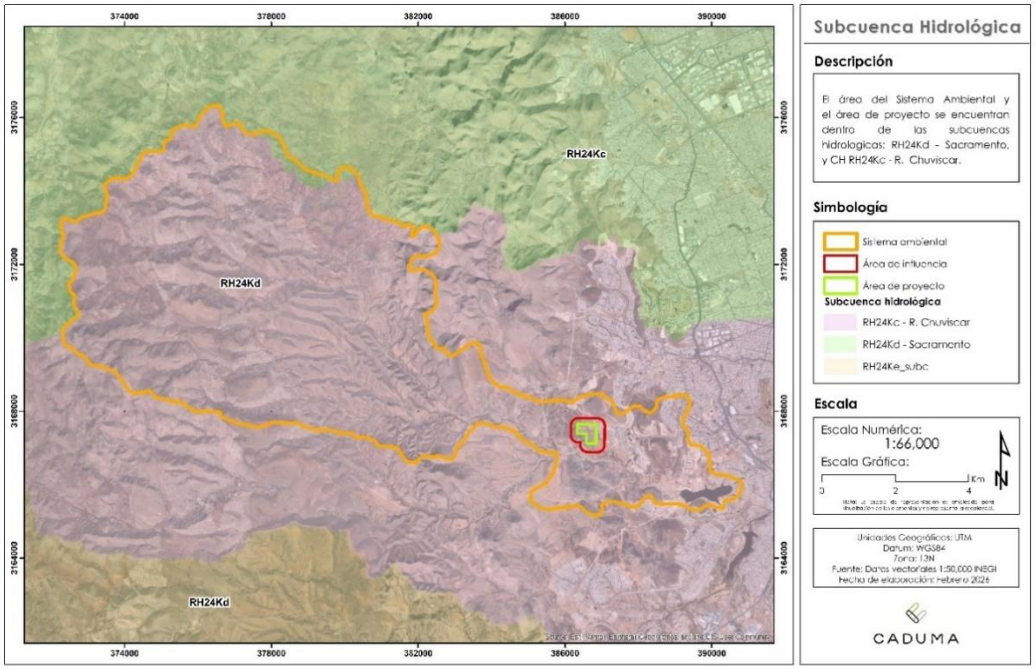
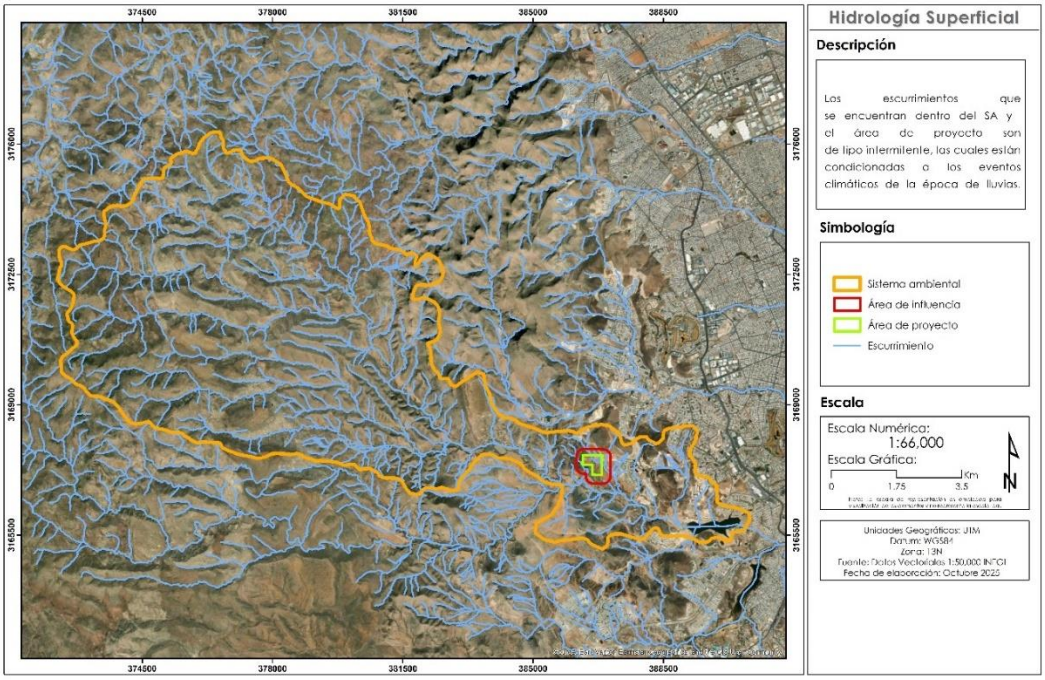


Figura IV. 23. Red Hidrológica.



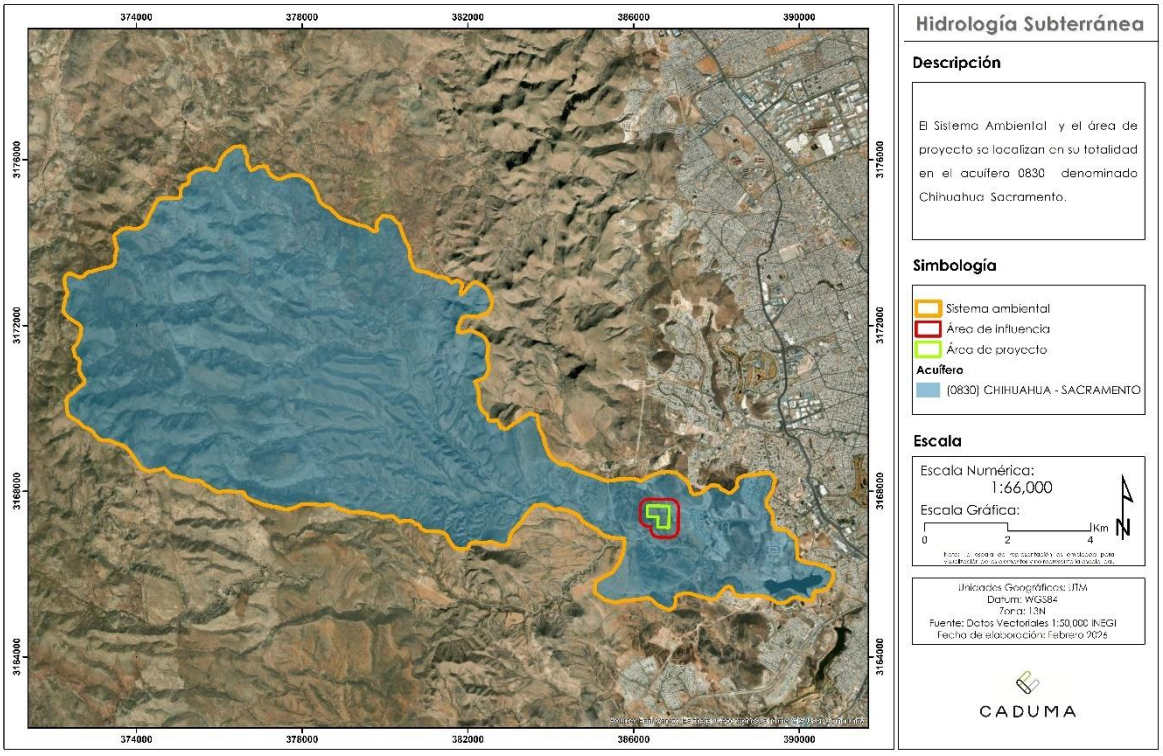
Hidrología subterránea

El Sistema Ambiental se localiza en el área de un acuífero, el cual es descrito a continuación:

Chihuahua – Sacramento 0830

El acuífero Chihuahua - Sacramento, definido con la clave 0830 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Chihuahua, cubriendo una superficie de 1,889 km^2. Geográficamente, la zona se encuentra ubicada entre los paralelos 28°26' y 28°56' de latitud Norte y entre los meridianos 105°58' y 106°32' de longitud Oeste.

Figura IV. 24. Hidrología subterránea.



Fisiografía y geomorfología

La sección oriental del acuífero Chihuahua-Sacramento, identificado como clave 0830, se encuentra en la Provincia Fisiográfica de Sierras y Llanuras del Norte, caracterizada por sierras bajas y empinadas, intercaladas con grandes llanuras, algunas de las cuales son conocidas como bolsones. Esta provincia se origina del plegamiento de las secuencias marinas del Mesozoico, que se formaron sobre un basamento paleozoico y precámbrico, así como por el llenado de fosas tectónicas con sedimentos continentales que resultaron en cuencas endorreicas. La región del acuífero presenta una morfología de bolsones, con cuencas de drenaje interno rodeadas de sierras que descienden en aluviones. Las sierras son escarpadas, elevándose entre 500 y 1,000 metros sobre las llanuras y de 2,000 a 3,000

metros sobre el nivel del mar. Esta parte del acuífero pertenece a la Subprovincia Bolsón de Mapimí, que se caracteriza por amplias y áridas llanuras de pendientes suaves, con una composición arcillosa y salina en su zona central.

Al oeste se encuentra la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, que es la más extensa y continua de los sistemas montañosos de México, predominantemente formada por rocas ígneas extrusivas del Terciario Inferior y Medio, con espesores que varían entre 1,500 y 1,800 metros. En el este del acuífero hay cadenas montañosas y valles dispuestos en dirección noreste-suroeste, resultado de los fallamientos que acompañaron el levantamiento durante el Pleistoceno. La parte occidental del acuífero Chihuahua-Sacramento se sitúa en la Subprovincia Sierras y Llanuras de Durango y Sierras y Llanuras Tarahumaras, caracterizada por la amplia extensión de llanuras alargadas separadas por sierras de rocas volcánicas, inclinadas hacia el noreste y organizadas en un patrón típico de bloques de fallas escalonadas. El acuífero Chihuahua-Sacramento, clave 0830, consiste en un valle alargado orientado noroeste-sureste, con una altitud promedio de 1,450 metros sobre el nivel del mar, delimitado por elevaciones topográficas. Al este se encuentra la Sierra Nombre de Dios, compuesta por rocas volcánicas, que alcanza 1,700 metros de altura; al oeste, el acuífero es limitado por la Sierra de Majalca, la cual presenta un flanco oriental rectilíneo debido a un fallamiento normal, mostrando un relieve accidentado con numerosas cañadas y barrancas en su mayoría sobre rocas volcánicas. El valle está formado por abanicos aluviales en el punto de cambio de pendiente, que se suavizan hacia la parte central, donde el Río Sacramento se une a las aguas del Río Chuvíscar, en el extremo sur de la Sierra Nombre de Dios.

Piezometría

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea se cuenta con la información piezométrica de los años 1983 a 2012.

Profundidad al nivel estático

Los niveles estáticos más profundos para el año de 1983, se encontraban entre los 35 y 45 metros y se localizaban a lo largo de casi todo el valle, con excepción de sus sectores norte y sur, donde los niveles se encontraban a profundidades de 15 a 30 metros y de 20 a 30 metros, respectivamente. En el año 2012, la profundidad al nivel estático variaba de 20 a 100 metros; los niveles someros del agua subterránea se presentaban en las localidades Nuevo Majalca y Ocampo, al norte y noroeste del acuífero, registrados en norias perforadas en las cercanías del Río Sacramento.

Evolución del nivel estático

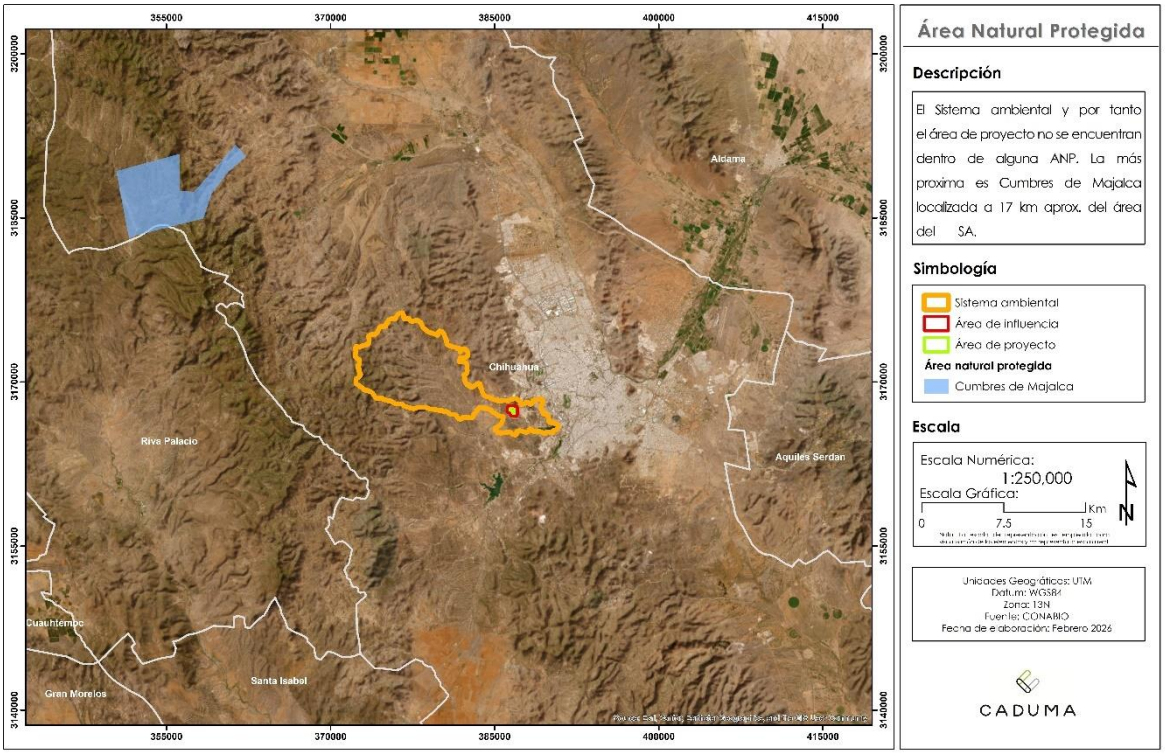
El nivel estático fue analizado durante un periodo de 29 años de 1983 hasta 2012, y en él se observaron evoluciones negativas en toda la zona norte del acuífero; los abatimientos variaban de 20 a 50 metros, lo que representaba un abatimiento medio de 68 centímetros

a 1.72 metros anuales. En el área central del valle se observaban recuperaciones de 5 metros en el periodo, así como áreas en donde el abatimiento no se había manifestado.

e) Área Natural Protegida

En el Sistema ambiental no se ubica dentro de algún Áreas Naturales Protegidas, la más próxima se encuentra a una distancia de 17 km del Sistema Ambiental y a 33 km del proyecto.

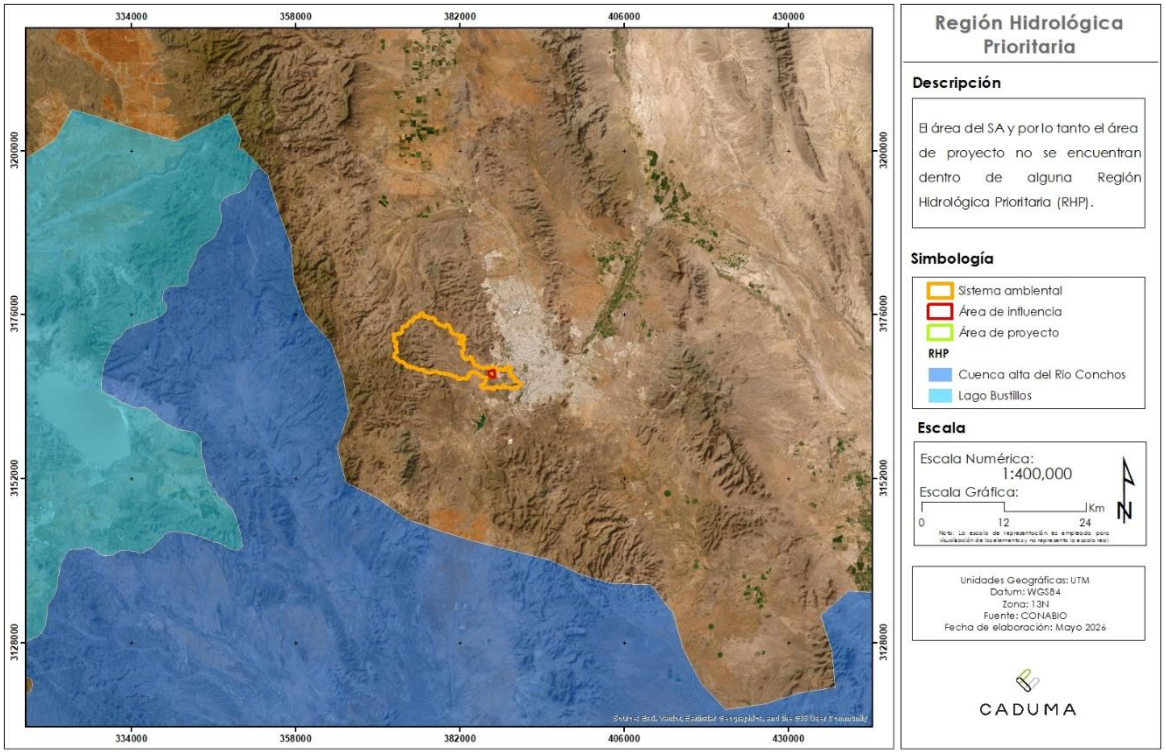
Figura IV.25. Área Natural Protegida.



f) Región Hidrológica Prioritaria

En el Sistema Ambiental y por lo tanto en el proyecto no se encuentran dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, las más cercanas se encuentran aproximadamente a 10 y 20 km.

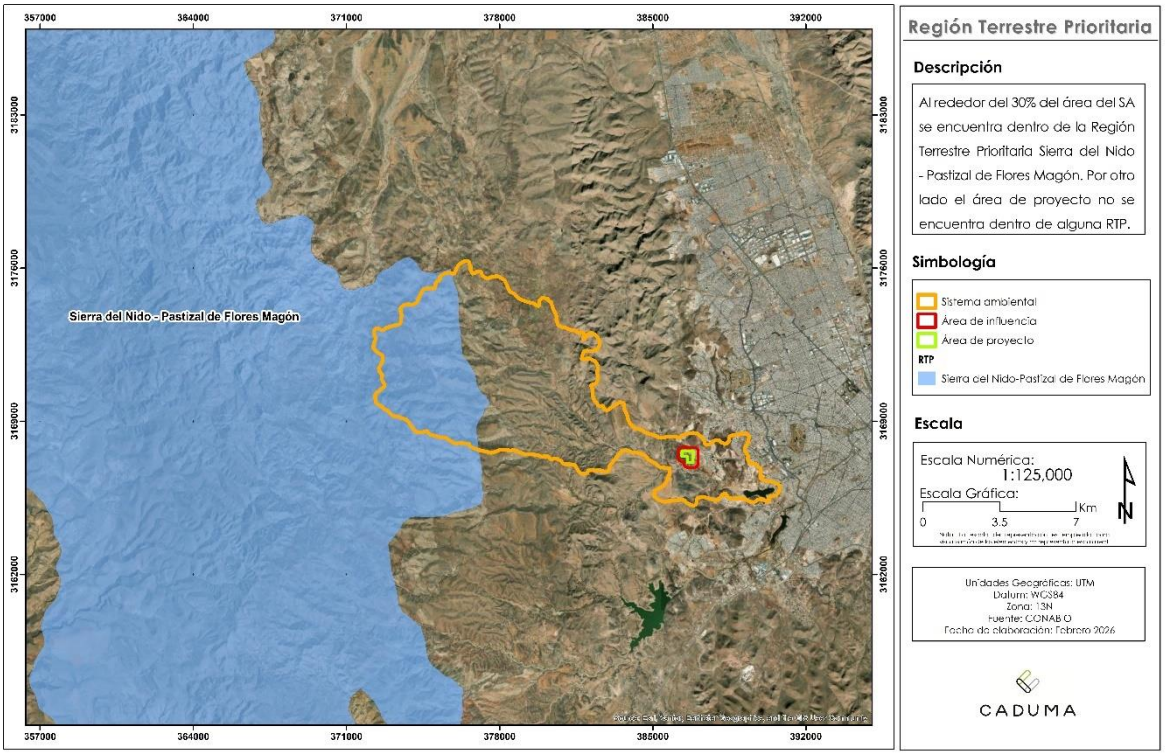
Figura IV.26. Regiones Hidrológicas Prioritarias en la zona del proyecto y el Sistema Ambiental



g) Región Terrestre Prioritaria

El Sistema ambiental se encuentra dentro la Región terrestre prioritaria Sierra del Nido – Pastizal de Flores Magón, en un 30% de su superficie aproximadamente.

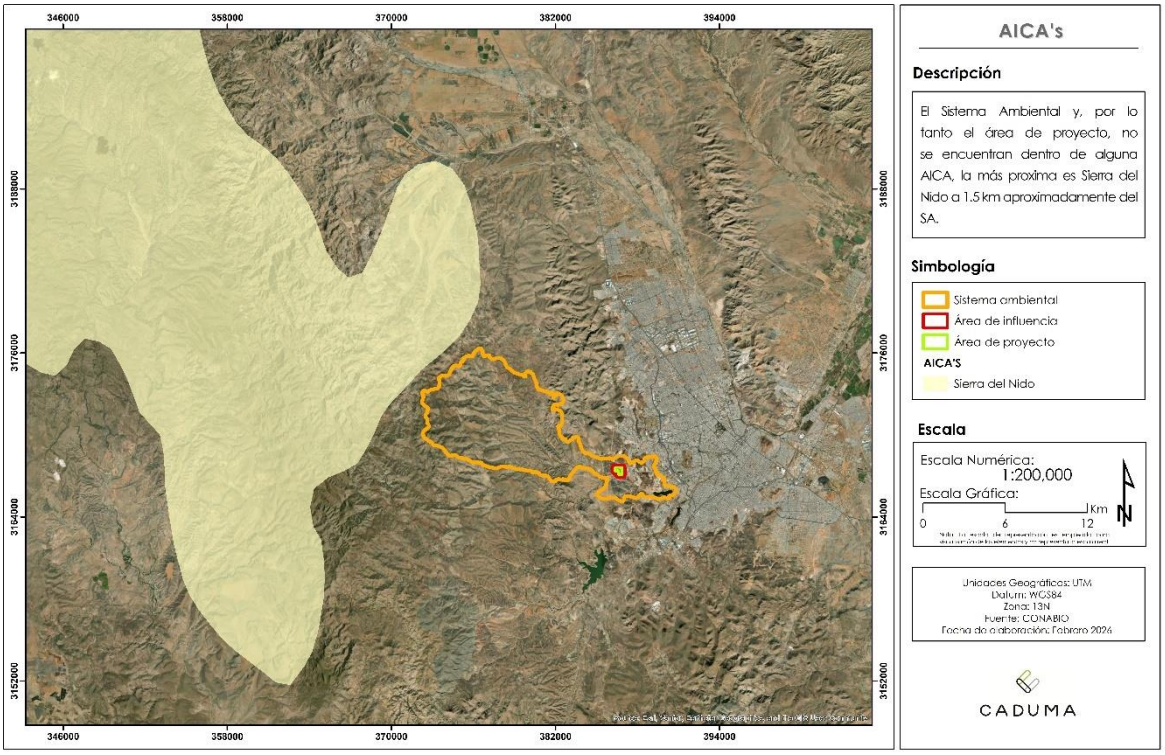
Figura IV. 27. Regiones Terrestres Prioritarias en la región.



h) Áreas de Importancia para la Conservación de Aves

Dentro del Sistema ambiental no se ubican Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA). La más próxima se ubica a 1.5 km y corresponde a Sierra del Nido.

Figura IV. 28. Áreas de importancia para la conservación de aves en la región.



IV.2.2 Medio biótico

a) Vegetación terrestre

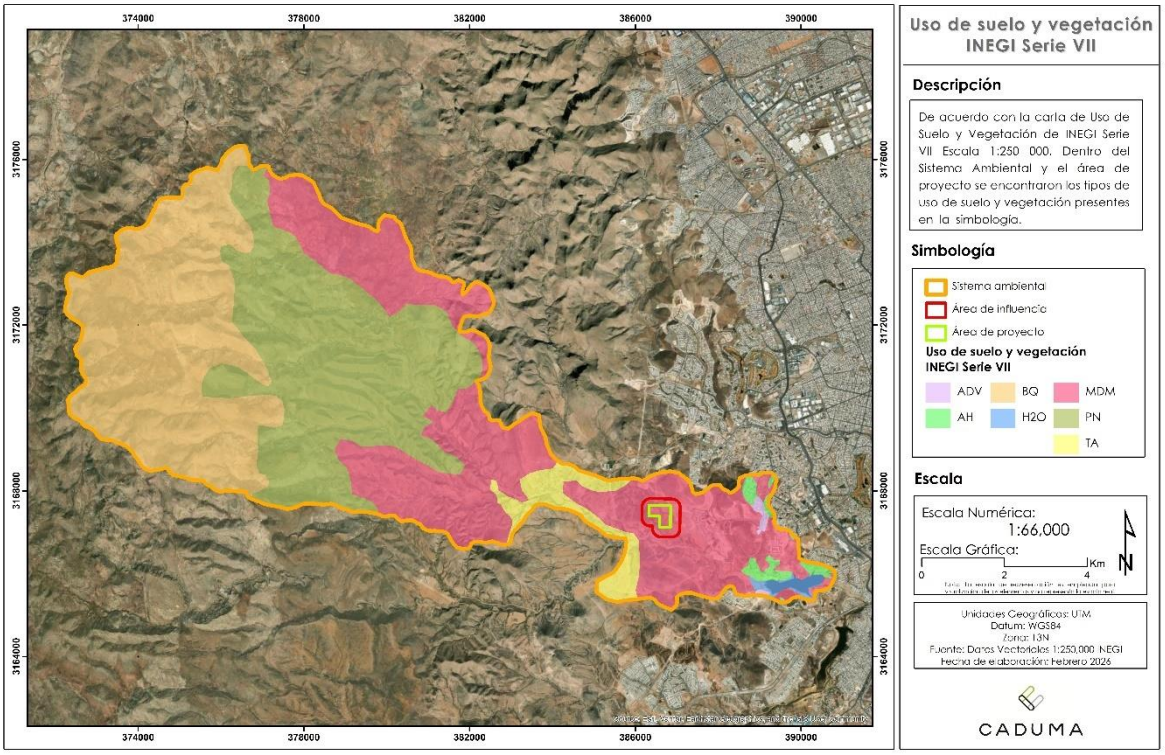
Para este apartado se consideró realizar su análisis de acuerdo con las siguientes actividades:

- Identificación de los tipos de vegetación según la clasificación de INEGI.
- Descripción de los tipos de vegetación del Sistema Ambiental y Área del proyecto.
- Identificación de las especies presentes del Sistema Ambiental y Área del proyecto.
- Determinación del valor de importancia e índices de las especies.

Identificación de tipos de uso de suelo y vegetación

En el área en del Sistema Ambiental delimitada para el proyecto **"Residencial Chihuahua III"** se identifican distintos tipos de uso de suelo y vegetación, en la siguiente imagen se identifican.

Figura IV. 29. Usos de suelo y vegetación de acuerdo a INEGI Serie VII.



Nota: La zona urbana identificados dentro de la cuenca no corresponden a un tipo de vegetación, por lo que se consideran como áreas con uso de suelo antrópico y se excluyen del análisis de vegetación natural.

Tabla IV. 86. Tipos de vegetación de acuerdo a INEGI Serie VII.

Clave	Tipo de uso de suelo y vegetación	Superficie de la SA (ha)	% Ocupación respecto al SA
ADV	Desprovisto de vegetación	22.4563	0.27
AH	Asentamientos humanos	89.9368	1.06
BQ	Bosque de encino	2529.4507	29.93
H2O	Cuerpo de agua	55.2982	0.65
MDM	Matorral desértico micrófilo	2835.8360	33.55
PN	Pastizal natural	2602.1929	30.79
TA	Agricultura temporal anual	316.6731	3.75
TOTAL		**8451.8440**	**100**

Identificación de los tipos de uso de suelo y vegetación observados en el SA

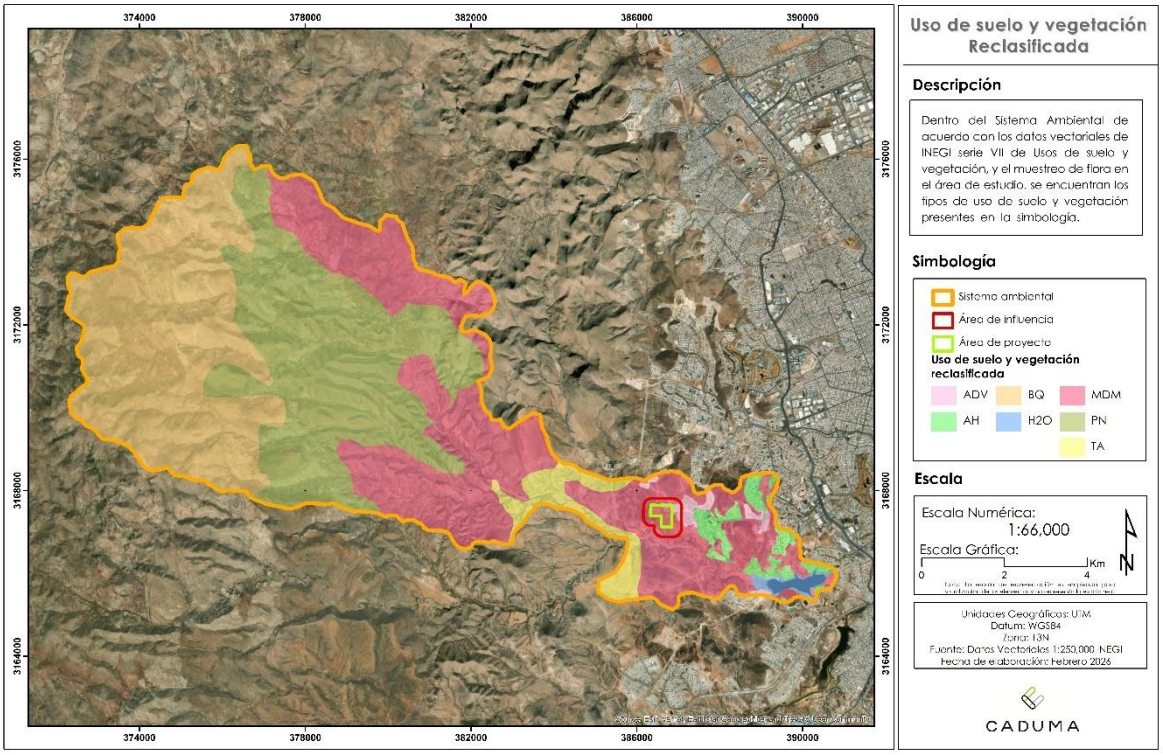
Los tipos de uso de suelo y vegetación observados en el SA son los siguientes:

Tabla IV. 87. Uso de suelo y vegetación reclasificada de acuerdo a lo observado en el área del SA.

Clave	Tipo de uso de suelo y vegetación	Superficie del SA (ha)	% Ocupación respecto al SA
ADV	Desprovisto de vegetación	71.5923	0.85
AH	Asentamientos humanos	198.5906	2.35
BQ	Bosque de encino	2529.4506	29.93
H2O	Cuerpo de agua	66.7185	0.79
MDM	Matorral desértico micrófilo	2772.2928	32.80
PN	Pastizal natural	2496.5261	29.54

TA	Agricultura temporal anual	316.6731	3.75
TOTAL		**8451.8440**	**100**

Figura IV. 30. Vegetación reclasificada en el Sistema Ambiental.



Descripción de los tipos de vegetación del Sistema Ambiental

Desprovisto de vegetación (ADV)
Como su nombre lo indica, son zonas que carecen de vegetación o tienen una cobertura muy baja, esto se puede deber al despalme y desmonte por acciones antrópicas o a condiciones naturales, como climas muy áridos o suelos salinos. Esta pérdida de cubierta vegetal puede provocar que el suelo se deteriore, erosione y desertifique.

Asentamientos Humanos (AH)
Un asentamiento humano es definido como el lugar donde se establece un grupo de personas o una comunidad donde desarrollan sus actividades diarias.

Bosque de encino (BQ)
El bosque de encino es definido por el INEGI como comunidades arbóreas, subarbóreas y arbustivas que integran múltiples especies de encinos o robles (Género Quercus). Las especies de este género se encuentran en prácticamente toda la República mexicana, que van desde los 300 hasta los 2,800 metros de altitud. Se encuentra muy relacionada con los bosques de pino, formando series de bosques mixtos para ambos géneros.

H2O

Cuerpos de agua.

Matorral desértico micrófilo (MDM)
El matorral desértico micrófilo es un tipo de vegetación arbustiva que se caracteriza por tener hojas pequeñas, las cuales se encuentran en áreas cálidas, donde la precipitación es inferior a los 100 mm anuales. Se presenta vegetación con alturas que varían principalmente entre los 0.5 a los 2.5 metros, las especies más comunes son el mezquite (*Neltuma glandulosa*), el gatuño (*Mimosa aculeaticarpa*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*).

Pastizal natural (PN)
Los pastizales son comunidades vegetativas dominadas por especies de gramíneas, normalmente acompañadas por hierbas pequeñas y arbustos de diferentes familias. Su principal distribución es la zona de transición entre el matorral y los diversos bosques. Tienen una estructura sencilla, ya que están compuestos principalmente por un estrato rasante, formado principalmente por planta rastreras. Las plantas leñosas se presentan en menor medida, desempeñado un papel secundario en la composición del ecosistema.

Agricultura de temporal anual (TA)
Es un tipo de agricultura que depende de la temporada de lluvias para regar los cultivos y la capacidad del suelo para captar el agua. Entendiendo esto, este tipo de agricultura se desarrolla principalmente en lugares donde el régimen de lluvia es superior a los 400 mm. Algunos de los cultivos principales son el maíz, y sorgo.

Diseño y confiabilidad de muestreo

Muestreo y su diseño

Con base a las características del proyecto y su rodalización se consideró aplicar un muestreo en el cual se combina el muestreo aleatorio y estratificado. Un muestreo aleatorio simple sitúa las parcelas de muestra de forma aleatoria dentro de la población muestreada.

Este tipo de muestreo se realizó debido a que se trata de un proyecto en el cual se pueden localizar características topográficas o edáficas que influyan en el tipo y condición de la vegetación, por lo que con este muestreo aleatorio/estratificado se identifica, de acuerdo con la experiencia en proyectos previos, una mejor distribución y confiabilidad del muestreo.

El muestreo estratificado conlleva, en primer lugar, dividir la población en subpoblaciones que no se solapen, denominadas estratos y que, de forma conjunta, incluyen el conjunto de la población y, a continuación, dibujar una muestra independiente a partir de cada estrato. Si la muestra de cada estrato es una muestra aleatoria simple, la totalidad del procedimiento se describe como muestreo aleatorio estratificado. Varias razones pueden justificar el muestreo estratificado (Cochran, 1977; Schreuder y otros, 1993). En primer lugar, la estratificación se emplea para aumentar la precisión de las estimaciones de la población.

Para comprender la obtención de ganancia potencial en la precisión que puede alcanzarse gracias a la estratificación.

Las ventajas más importantes del cálculo estratificado se obtienen cuando la población se estratifica y los tamaños de muestra de los estratos se determinan antes de llevar a cabo el muestreo. El proceso de determinar los tamaños de muestra de los estratos o de forma equivalente, asignar muestras a estratos, puede realizarse de diferentes maneras y con diferentes objetivos. A menudo, las muestras se asignan a los estratos según determinados atributos de estos. Un enfoque de fácil implantación consiste en asignar parcelas de muestra a los estratos según los tamaños de estos últimos.

El tamaño de la parcela de muestreo representa un equilibrio entre la exactitud, la precisión y el tiempo (costo) de la medición. El tamaño de la parcela también está relacionado con la cantidad de árboles su diámetro y la varianza del carbono almacenado entre las parcelas. Generalmente se recomienda utilizar una parcela única cuyo tamaño varíe entre 100 m^2 (para una densidad de 1.000 árboles/ha o más) y 600 m^2 en una zona de bosques con árboles de tamaño uniforme. El uso de parcelas circulares o rectangulares dependerá de las condiciones locales.

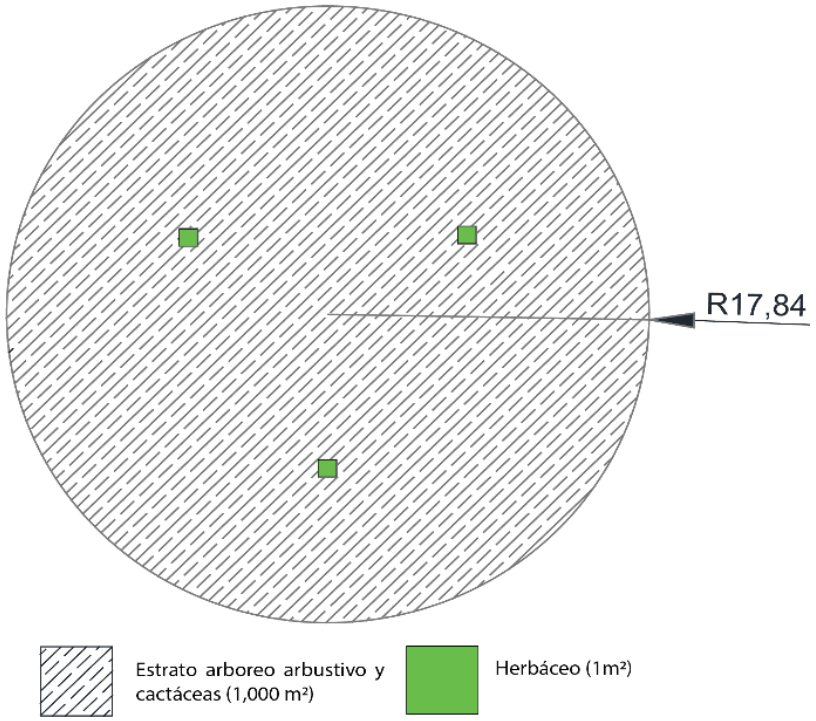
Para inventarios forestales y especies características de los bosques, las parcelas más utilizadas son circulares y de grandes superficies (dependiendo del ambiente). En el caso particular de este estudio se realizaron parcelas circulares para el Sistema Ambiental.

La literatura recomienda que la superficie para inventariar o muestrear árboles adecuadamente en estos ecosistemas, debe ser de 200 m^2 o mayor, para las especies arbustivas se recomienda que sea mínimo de 100 m^2, sin embargo, para este proyecto se realizaron sitios de muestreo con una superficie de 1,000 m2, con la finalidad de observar el mayor número de especies presentes en el área, obteniendo así un muestreo más confiable.

Se realizó en el mismo número de sitios en los diferentes estratos (arbóreo, arbustivo y cactáceas), con la misma superficie, lo que varió fue el estrato herbáceo, se realizaron tres cuadrantes de 1 m^2 cada uno, sumando un total de 3 m^2 por unidad de esfuerzo.

A continuación, se presenta un diagrama donde muestra el tamaño de cada parcela:

Figura IV.31. Diseño de las parcelas de muestreo.



La metodología que se empleó para el muestreo de este estudio se utiliza para determinar la riqueza de especies de plantas leñosas y suministra información de la estructura de la vegetación, en donde se censan todos los individuos con DAP mayor o igual a 7 cm y alturas mayores o iguales a 3m. Se registra su hábito de crecimiento y todas las características que permitan su posterior identificación y reconocimiento.

Equipo utilizado para recolectar la información

El material para llevar a cabo el muestreo en campo incluye: Una cuerda compensada con medida de 20 metros, 1 cinta de marcaje color rosa, 1 cámara fotográfica digital, 1 GPS Garmin, 2 tablas de apoyo y una cinta métrica.

Total de superficie muestreada

En las siguientes tablas se muestra la superficie de muestreo empleada en el sistema ambiental y el área del proyecto dentro del tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo.

Tabla IV.88. Superficie muestreada en MDM del SA.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Área	Superficie muestreada (ha)
MDM	8,451.8440 ha	Estrato arbóreo	2.0 ha
		Estrato arbustivo	2.0 ha
		Estrato herbáceo	0.0060 ha
		Cactáceas	2.0 ha

Tabla IV. 89. Superficie muestreada en MDM del AP.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Área	Superficie muestreada (ha)
MDM	16.2889 ha	Estrato arbóreo	1.7 ha
		Estrato arbustivo	1.7 ha
		Estrato herbáceo	0.0051 ha
		Cactáceas	1.7 ha

Tamaño y forma de los sitios de muestreo

a) Sistema ambiental

Tabla IV.90. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato arbóreo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	20
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura y especie.

Tabla IV.91. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato arbustivo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	20
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura y especie.

Tabla IV.92. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato herbáceo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	60
Forma de sitio	Cuadrado
Tamaño de sitio	1 m^2
Parámetros medidos	Cobertura, densidad, especie, biomasa.

Tabla IV.93. Tamaños y formas de sitos de muestreo para cactáceas.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	20
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura especie.

b) Área del proyecto

Tabla IV.94. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato arbóreo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	17
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura especie.

Tabla IV.95. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato arbustivo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	17
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura especie.

Tabla IV.96. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato herbáceo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	17
Forma de sitio	Cuadrado
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura especie.

Tabla IV.97. Tamaños y formas de sitos de muestreo para cactáceas.

Características	Tipo de vegetación - MDM
No. de sitios	17
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura especie.

Ubicación de sitios de muestreo

Se muestran las coordenadas de cada uno de los sitios de muestreo del sistema ambiental y el área del proyecto, de acuerdo con el tipo de vegetación de INEGI, Serie VII.

Tabla IV.98. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental y Proyecto.

Clave	Tipo de Vegetación
MDM	Matorral Desértico Micrófilo

Tabla IV.99. Puntos de muestreo en el Sistema Ambiental.

Coordenadas Geográficas UTM, Datum WGS84, Zona 13N		
Sitio	**X**	**Y**
1	387457	3165673
2	386560	3165484
3	387069	3165923
4	387428	3166069
5	387465	3166715
6	387141	3166902
7	386575	3166880
8	386825	3166860
9	386260	3166667
10	386285	3167030
11	386282	3167320
12	386270	3167763
13	385888	3167095
14	385586	3167252
15	385528	3167515
16	385276	3167648

Coordenadas Geográficas UTM, Datum WGS84, Zona 13N		
Sitio	**X**	**Y**
17	382939	3168153
18	382355	3168867
19	381788	3169131
20	381250	3169534

Tabla IV. 100. Puntos de muestreo en el área del proyecto.

Coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 13N		
Sitio	**X**	**Y**
1	386778	3167149
2	386641	3167167
3	386804	3167272
4	386724	3167273
5	386658	3167320
6	386816	3167550
7	386618	3167372
8	386684	3167429
9	386673	3167546
10	386588	3167567
11	386505	3167568
12	386551	3167493
13	386495	3167447
14	386378	3167416
15	386421	3167494
16	386371	3167552
17	386366	3167616

Figura IV. 32. Puntos de muestreo Sistema Ambiental.

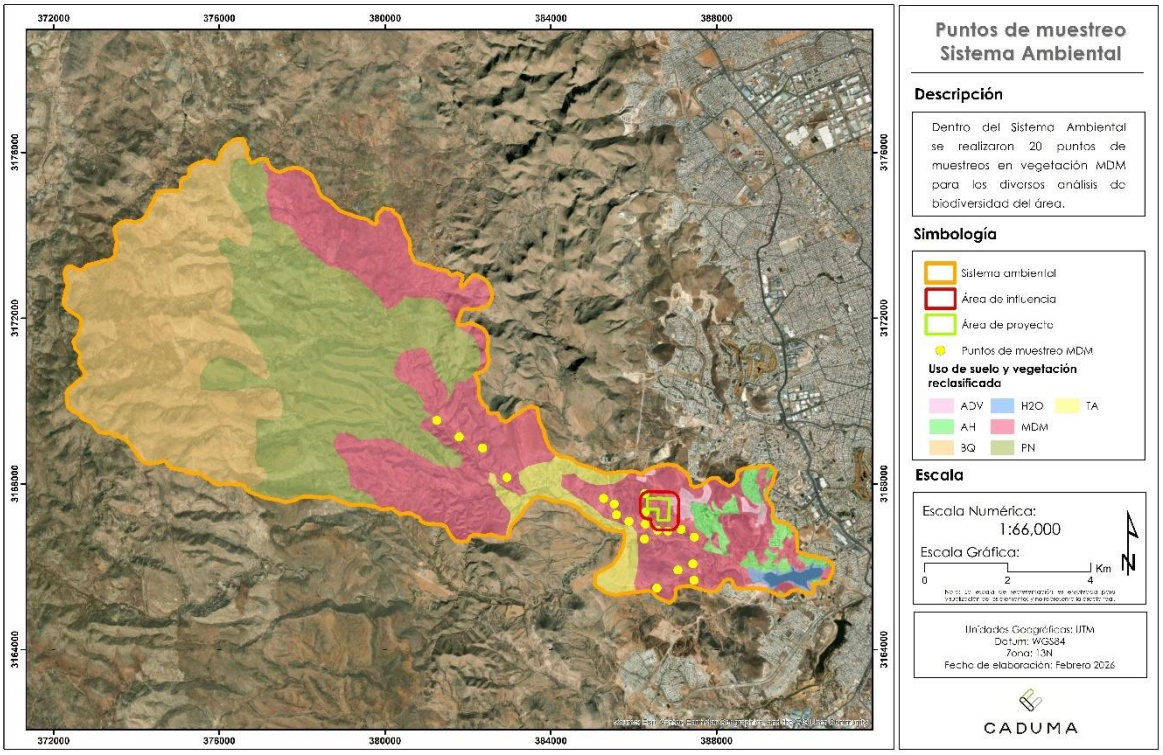


Figura IV. 33. Puntos de muestreo Área de Proyecto.



Puntos de muestreo adicionales

En las siguientes tablas se muestra la superficie de muestreo adicional empleada en la cuenca hidrográfica, de acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Vegetación, Series VII de INEGI, los puntos de muestreo adicionales se encuentran dentro del tipo de vegetación de Pastizal Natural, sin embargo, de acuerdo al recorrido realizado en el área, se determinó que estos corresponden al tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo.

Tabla IV.101. Superficie muestreada en MDM de la SA.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Área	Superficie muestreada (ha)
MDM	8,451.8440 ha	Estrato arbóreo	0.5 ha
		Estrato arbustivo	0.5 ha
		Estrato herbáceo	0.0015 ha
		Cactáceas	0.5 ha

Tamaño y forma de los sitios de muestreo adicionales

a) Cuenca Hidrográfica

Tabla IV.102. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato arbóreo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	5
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura y especie.

Tabla IV.103. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato arbustivo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	5
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura y especie.

Tabla IV.104. Tamaños y formas de sitos de muestreo para el estrato herbáceo.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	15
Forma de sitio	Cuadrado
Tamaño de sitio	1 m^2
Parámetros medidos	Cobertura, densidad, especie, biomasa.

Tabla IV.105. Tamaños y formas de sitos de muestreo para cactáceas.

Características	Tipo de vegetación MDM
No. de sitios	5
Forma de sitio	Circular
Tamaño de sitio	1,000 m^2
Parámetros medidos	Altura, diámetro, cobertura especie.

Ubicación de sitios de muestreo adicionales

Se muestran las coordenadas del muestreo adicional empleado en la cuenca hidrográfica, de acuerdo a la carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII de INEGI, los puntos de muestreo adicionales se encuentran dentro del tipo de vegetación de Pastizal Natural, sin embargo, de acuerdo al recorrido realizado en el área, se determinó que estos corresponden al tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo.

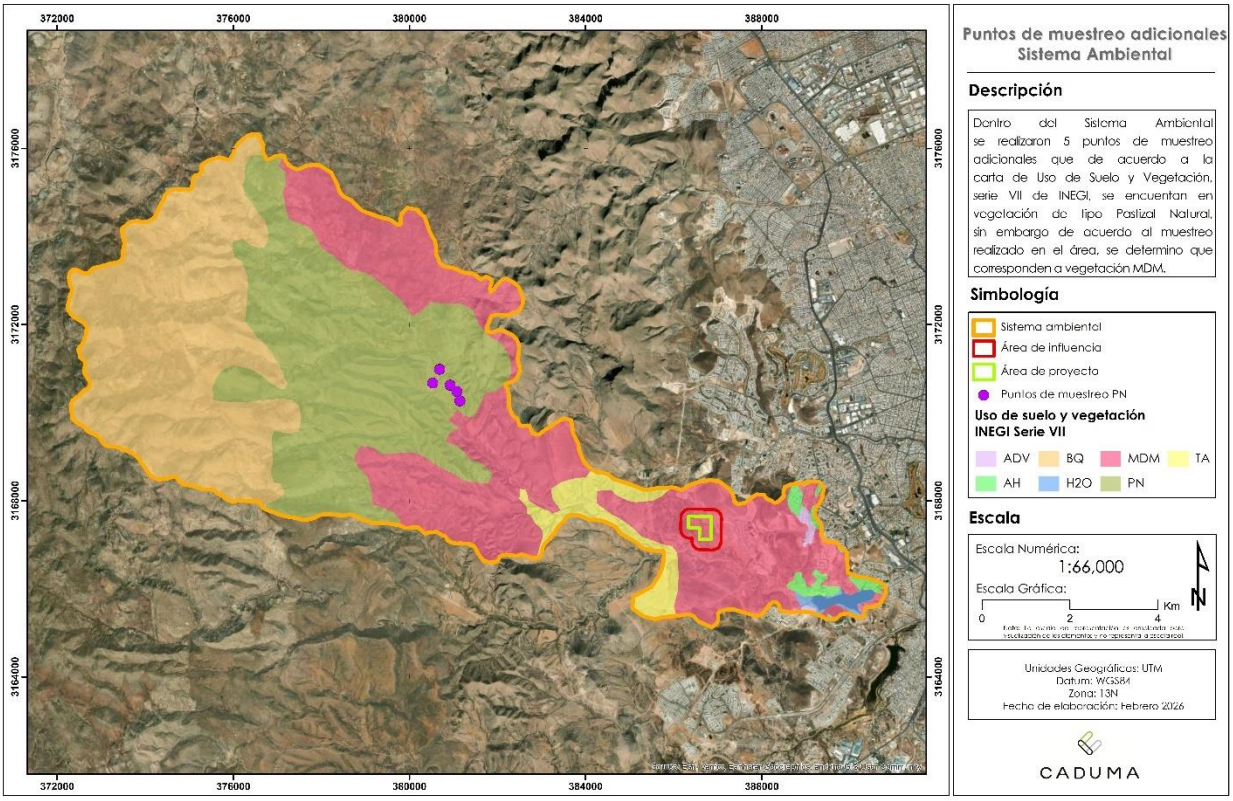
Tabla IV. 106. Tipos de vegetación en el SA.

Clave	Tipo de Vegetación
MDM	Matorral Desértico Micrófilo

Tabla IV.107. Puntos de muestreo adicionales en el SA.

Coordenadas Geográficas UTM, Datum WGS84, Zona 13 N		
MDM		
Sitio	**X**	**Y**
1	381143	3170268
2	381074	3170482
3	380923	3170627
4	380527	3170672
5	380682	3170985

Figura IV. 34. Puntos de muestreo adicionales de la Cuenca Hidrográfica.



Identificación de las especies presentes

En el ecosistema en donde se pretenden desarrollar las actividades del proyecto se caracteriza por albergar individuos de tallas grandes agrupados en estratos arbóreo y arbustivos, estas clasificaciones se realizan de acuerdo con los criterios fisionómicos, ecológicos y fisiográficos del área de estudio.

Para este caso en particular, nos encontramos con un ecosistema en donde los estratos más importantes y con mayor representatividad es el arbóreo, en donde las alturas características de las especies varían entre 3 y 6 m. Sus especies se pueden clasificar en los estratos a su edad adulta; arbóreo y arbustivo, esto lo define su altura y diámetro a altura de pecho. Para que una especie sea considerada dentro del estrato arbóreo es necesario contar con alturas mayores a 3 m y diámetros superiores a los 7.5 cm, mientras que las especies con alturas inferiores a los 3 m, pero superiores a 30 cm con tallos leñosos se agrupan el estrato denominado arbustivo.

La relación de especies de flora que se encontraron por estrato (arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo) fue elaborada mediante el levantamiento de sitios de muestreo en campo en el tipo de vegetación presente en la Sistema Ambiental y en el Área del Proyecto, así mismo se complementó con referencias bibliográficas, las cuales se señalan a continuación.

a) Sistema Ambiental

Tabla IV. 108. Listado de especies encontradas en el SA

Estrato	Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especie prioritaria	Endemismo
Arbustivo	Verbenaceae	*Aloysia gratissima*	Sc	No	No
	Verbenaceae	*Aloysia wrightii*	Sc	No	No
	Amaranthaceae	*Amaranthus albus*	Sc	No	No
	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Sc	No	No
	Berberidaceae	*Berberis trifoliolata*	Sc	No	No
	Ephedraceae	*Ephedra trifurca*	Sc	No	No
	Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	Sc	No	No
	Cupressaceae	*Juniperus pinchotii*	Sc	No	No
	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	Sc	No	No
	Asteraceae	*Parthenium incanum*	Sc	No	No
	Fabaceae	*Neltuma glandulosa*	Sc	No	No
	Anacardiaceae	*Rhus microphylla*	Sc	No	No
	Rhamnaceae	*Sarcomphalus obtusifolius*	Sc	No	No
	Fabaceae	*Vachellia constricta*	Sc	No	No
Herbáceo	Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	Sc	No	No
	Poaceae	*Andropogon ternarius*	Sc	No	No
	Poaceae	*Aristida adscensionis*	Sc	No	No
	Amaranthaceae	*Atriplex canescens*	Sc	No	No
	Poaceae	*Bothriochloa ischaemum*	Sc	No	No
	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Sc	No	No
	Poaceae	*Calamagrostis canadensis*	Sc	No	No

Estrato	Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especie prioritaria	Endemismo
	Solanaceae	*Datura quercifolia*			
	Poaceae	*Deschampsia cespitosa*	Sc	No	No
	Poaceae	*Echinochloa colona*	Sc	No	No
	Poaceae	*Enneapogon desvauxii*	Sc	No	No
	Poaceae	*Eragrostis cilianensis*	Sc	No	No
	Solanaceae	Physalis angulata	Sc	No	No
	Lamiaceae	*Scutellaria lateriflora*	Sc	No	No
	Malvaceae	*Sida rhombifolia*	Sc	No	No
	Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium*	Sc	No	No
	Solanaceae	*Solanum rostratum*	Sc	No	No
	Poaceae	*Sporobolus airoides*	Sc	No	No
Cactáceas	Cactaceae	*Opuntia macrocentra*	Sc	No	No
	Cactaceae	*Opuntia engelmannii*	Sc	No	No
	Cactaceae	*Echinocereus pectinatus*	Sc	No	No

b) Área del proyecto

Tabla IV. 109. Especies de flora presentes en el área del proyecto.

Estrato	Familia	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Especie prioritaria	Endemismo
Arbustivo	Verbenaceae	*Aloysia gratissima*	-	No	No
	Verbenaceae	*Aloysia wrightii*	-	No	No
	Loasaceae	*Cevallia sinuata*	-	No	No
	Fouquieriaceae	*Fouquieria splendens*	-	No	No
	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	-	No	No
	Fabaceae	*Neltuma glandulosa*	-	No	No
	Anacardiaceae	*Rhus microphylla*	-	No	No
	Asteraceae	*Trixis californica*	-	No	No
	Fabaceae	*Vachellia constricta*	-	No	No
Herbáceo	Amaranthaceae	*Amaranthus palmeri*	-	No	No
	Poaceae	*Aristida adscensionis*	-	No	No
	Amaranthaceae	*Atriplex canescens*	-	No	No
	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	-	No	No
	Poaceae	*Deschampsia cespitosa*	-	No	No
	Acanthaceae	*Dyschoriste schiedeana*	-	No	No
	Poaceae	*Echinochloa colona*	-	No	No
	Poaceae	*Enneapogon desvauxii*	-	No	No
	Poaceae	*Eragrostis cilianensis*	-	No	No
	Acanthaceae	*Justicia californica*	-	No	No
	Asteraceae	*Senecio flaccidus*	-	No	No
	Fabaceae	*Senna covesii*	-	No	No
	Brassicaceae	Sisymbrium irio	-	No	No
	Solanaceae	*Solanum elaeagnifolium*	-	No	No
	Solanaceae	*Solanum rostratum*	-	No	No
	Poaceae	*Sporobolus airoides*	-	No	No

Determinación del valor de importancia de las especies

Para determinar el valor de importancia de las especies se estimará la densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa.

Dominancia

Dominancia, es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie. MOPT (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies.

Reportada por Edwards *et. al.* (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Donde:
Abi = Área basal de la especie i.
ABT = Área basal de todas las especies.

Densidad

Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

La densidad relativa reportada por Edwards *et. al.* (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Donde:
Nai = Número de árboles de la especie i.
NAT = Número de árboles de las especies presentes.

Frecuencia

La frecuencia según Franco *et al*. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Donde:
Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.
Ft = Número total de sitios de muestreo.

Índices de riqueza de especies (Shannon)

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Los índices de diversidad proporcionan más información sobre la composición de la comunidad que simplemente la riqueza de especies (por ejemplo, el número de especies presentes), sino que también de las abundancias relativas de los diferentes especies.

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas. Mide el grado, promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colecta.

El índice de diversidad de Shannon (H) se utiliza comúnmente para caracterizar la diversidad de especies en una comunidad, en donde se emplea la siguiente fórmula:

$$\mathrm{H} = -\sum_{i=1}^{S} Pi\ log_2\ Pi$$

H = Índice de diversidad de Shannon
Pi = Abundancia relativa de especies

Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) e Índice de Shannon

En el siguiente apartado se presentan los cálculos de biodiversidad correspondientes a los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Los cálculos de biodiversidad fueron elaborados por hectárea tipo, con la finalidad de realizar una correcta comparación entre el área del proyecto y el sistema ambiental, comparando abundancias y riquezas en una misma superficie.

a) Sistema Ambiental

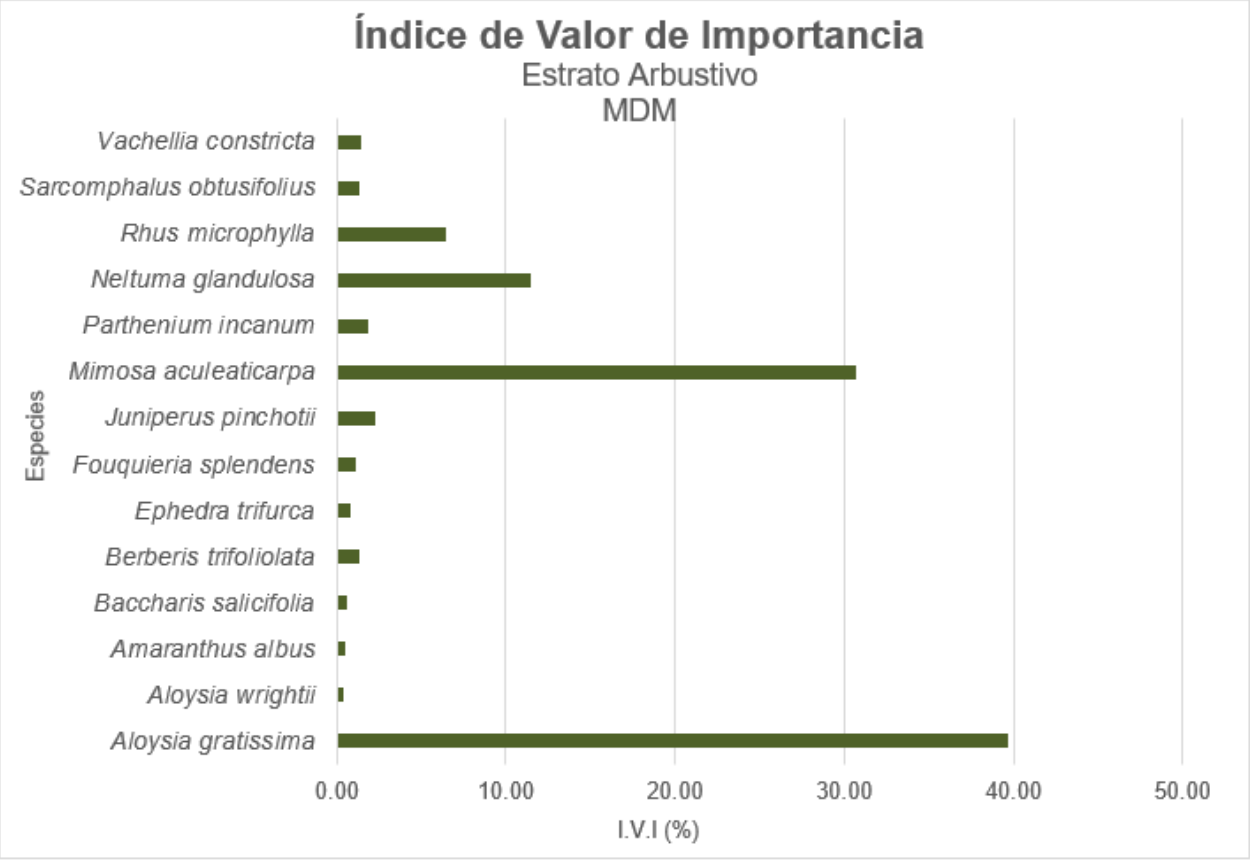
Estrato Arbustivo

Tabla IV.110. ÍVI e Índice de Shannon del estrato arbustivo en el SA.

Especie	Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Í.V.I (%)	Índice de Shannon
1	*Aloysia gratissima*	Vara Dulce	30.72	20.99	67.44	39.71	0.36
2	*Aloysia wrightii*	Oreganillo	0.05	1.23	0.00	0.43	0.00
3	*Amaranthus albus*	Amaranto blanco	0.11	1.23	0.00	0.45	0.01
4	*Baccharis salicifolia*	Batamote	0.58	1.23	0.00	0.61	0.03

5	*Berberis trifoliolata*	Palo amarillo	1.43	2.47	0.05	1.32	0.06
6	*Ephedra trifurca*	Canutillo	0.11	2.47	0.00	0.86	0.01
7	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	0.37	2.47	0.42	1.09	0.02
8	*Juniperus pinchotii*	Tascate	0.95	3.70	2.29	2.31	0.04
9	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	46.45	23.46	22.23	30.71	0.36
10	*Parthenium incanum*	Mariola	3.02	2.47	0.00	1.83	0.11
11	*Neltuma glandulosa*	Mezquite	11.18	16.05	7.03	11.42	0.24
12	*Rhus microphylla*	Agrillo	4.13	14.81	0.54	6.50	0.13
13	*Sarcomphalus obtusifolius*	Garrapatilla	0.42	3.70	0.00	1.38	0.02
14	*Vachellia constricta*	Largoncillo	0.48	3.70	0.00	1.39	0.03
		Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**1.4240**
						H máx.	**2.6391**
					Índice de Pielou J=H/Hmax.		**0.5394**

Gráfica IV.7. ÍVI e Índice de Shannon para el estrato arbustivo en el SA.



Conforme a los datos presentados en la tabla y gráfica anterior, y de acuerdo al muestreo realizado en campo, las especies con mayor dominancia y valor de importancia del estrato arbustivo son el Vara dulce (*Aloysia gratissima*) y el mezquite (*Neltuma glandulosa*) esto debido

a la gran presencia que tienen a lo largo del área de estudio, pues se encontraron en un gran número de sitios, presentando una alta representatividad en los mismos.

De acuerdo con los índices de diversidad calculados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el índice de Shannon (H) se obtuvo un valor de 1.4240, el cual corresponde a una comunidad con diversidad moderada, en la que se presenta dominancia de algunas especies dentro del estrato evaluado. Este valor indica que, aunque existe una riqueza específica representativa, la distribución de los individuos entre las especies no es completamente equitativa.

La máxima diversidad teórica que el estrato podría alcanzar, considerando que todas las especies estuvieran igualmente representadas, es de H(max) = 2.6391. La diferencia entre el valor observado y el máximo esperado sugiere que la comunidad no presenta una distribución homogénea de abundancias, evidenciando la presencia de especies con mayor representatividad estructural.

Por su parte, el índice de equitatividad de Pielou (J), calculado mediante la relación H / ln(S), arrojó un valor de 0.5396. Este índice varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican una distribución uniforme de los individuos entre las especies. En este caso, el valor obtenido refleja una baja a moderada equidad, lo que confirma que el ecosistema presenta dominancia marcada de una o pocas especies, mientras que el resto se encuentra representado con menores abundancias.

En conjunto, estos resultados indican que el estrato evaluado posee una diversidad moderada, pero con estructura comunitaria desigual, característica de sistemas donde ciertas especies desempeñan un papel dominante dentro de la composición vegetal.

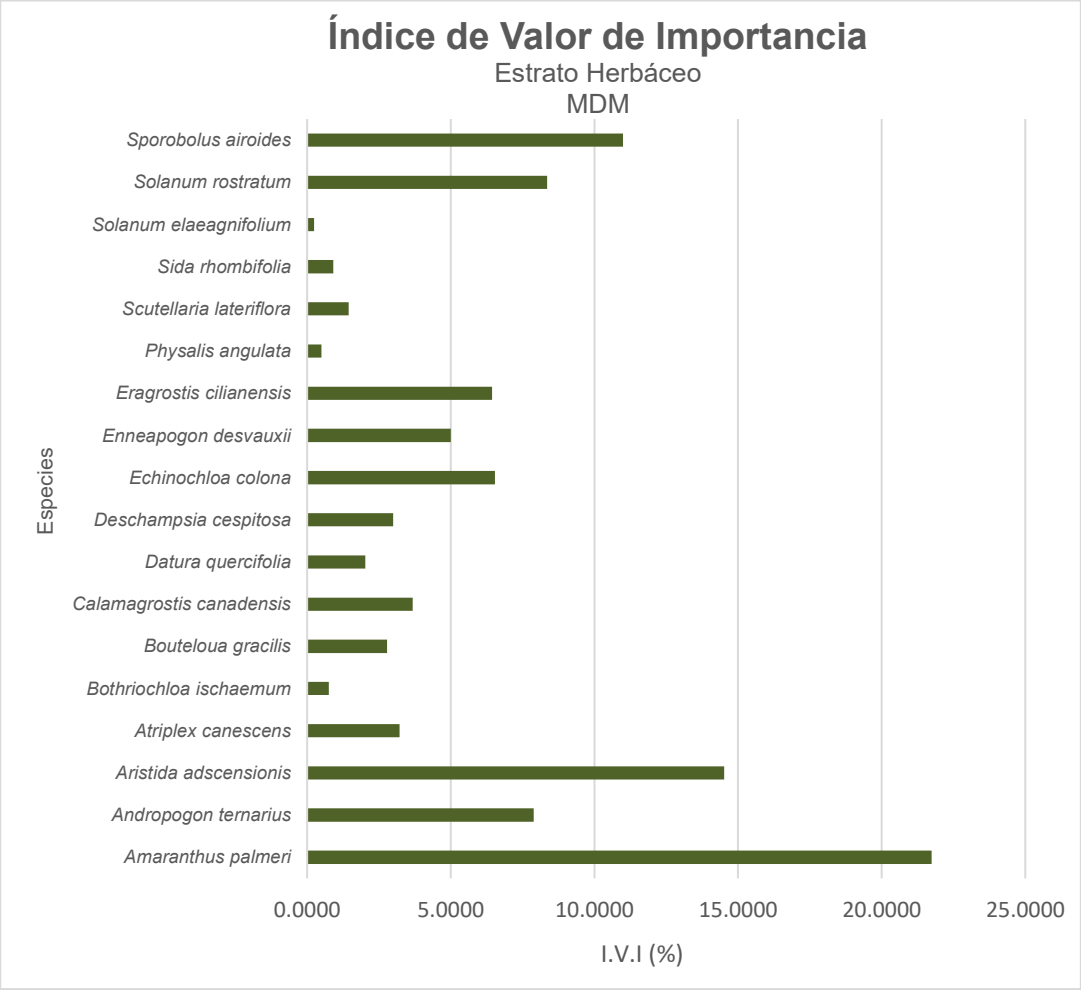
Estrato Herbáceo

Tabla IV.111. ÍVI e Índice de Shannon del estrato herbáceo en el SA.

Especie	No. Individuos/ ha	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Í.V.I (%)	Índice de Shannon
Amaranthus palmeri	57,833	22.1725	20.8589	22.1725	21.7346	0.3340
Andropogon ternarius	23,667	9.0735	5.5215	9.0735	7.8895	0.2177
Aristida adscensionis	44,000	16.8690	9.8160	16.8690	14.5180	0.3002
Atriplex canescens	6,167	2.3642	4.9080	2.3642	3.2121	0.0885
Bothriochloa ischaemum	1,333	0.5112	1.2270	0.5112	0.7498	0.0270
Bouteloua gracilis	7,667	2.9393	2.4540	2.9393	2.7775	0.1037
Calamagrostis canadensis	11,167	4.2812	2.4540	4.2812	3.6721	0.1349
Datura quercifolia	5,500	2.1086	1.8405	2.1086	2.0192	0.0814
Deschampsia cespitosa	9,333	3.5783	1.8405	3.5783	2.9990	0.1192
Echinochloa colona	15,167	5.8147	7.9755	5.8147	6.5350	0.1654
Enneapogon desvauxii	9,167	3.5144	7.9755	3.5144	5.0014	0.1177
Eragrostis cilianensis	17,167	6.5815	6.1350	6.5815	6.4326	0.1791
Physalis angulata	333	0.1278	1.2270	0.1278	0.4942	0.0085
Scutellaria lateriflora	1,667	0.6390	3.0675	0.6390	1.4485	0.0323
Sida rhombifolia	1,167	0.4473	1.8405	0.4473	0.9117	0.0242
Solanum elaeagnifolium	167	0.0639	0.6135	0.0639	0.2471	0.0047

Solanum rostratum	17,500	6.7093	11.6564	6.7093	8.3583	0.1813
Sporobolus airoides	31,833	12.2045	8.5890	12.2045	10.9993	0.2567
Total	**260,833**	**100**	**100**	**100**	**100**	**2.3764**
H máx.=						**2.89**
índice de Pielou J=H/Hmax						**0.82**

Gráfica IV.8. ÍVI e Índice de Shannon para el estrato herbáceo en el SA.



De acuerdo a los resultados obtenidos para el estrato herbáceo, la especie con mayor valor de importancia de este estrato es *Amaranthus palmeri*, seguido por *Aristida adscensionis*. El resto de las especies encontradas en el área suelen distribuirse de manera equitativa.

De acuerdo con los índices de diversidad calculados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el índice de Shannon (H') se obtuvo un valor de 2.3764, el cual corresponde a un ecosistema con diversidad media a alta, reflejando una comunidad con adecuada riqueza específica y una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies presentes. La máxima diversidad que el estrato podría alcanzar, considerando que todas las especies se encontraran

igualmente representadas, es de H(max) = 2.89, lo que indica que el valor observado se aproxima considerablemente al máximo teórico esperado.

Esta cercanía entre H' y H(max) sugiere que el ecosistema presenta una estructura altamente homogénea, con baja dominancia marcada y buena representación de la mayoría de las especies registradas. No obstante, se identificó que la especie *Amaranthus palmeri* presentó el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI = 22.7%), lo que indica que, aunque existe una distribución relativamente uniforme, esta especie ejerce cierta dominancia dentro del estrato evaluado.

En cuanto al índice de equitatividad de Pielou (J), calculado mediante la relación H / ln(S), se obtuvo un valor de 0.82. Este índice varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 representan condiciones en las que todas las especies son igualmente abundantes. El resultado obtenido confirma que la comunidad presenta alta equidad, evidenciando una distribución homogénea de los individuos entre las especies y un equilibrio estructural dentro del ecosistema.

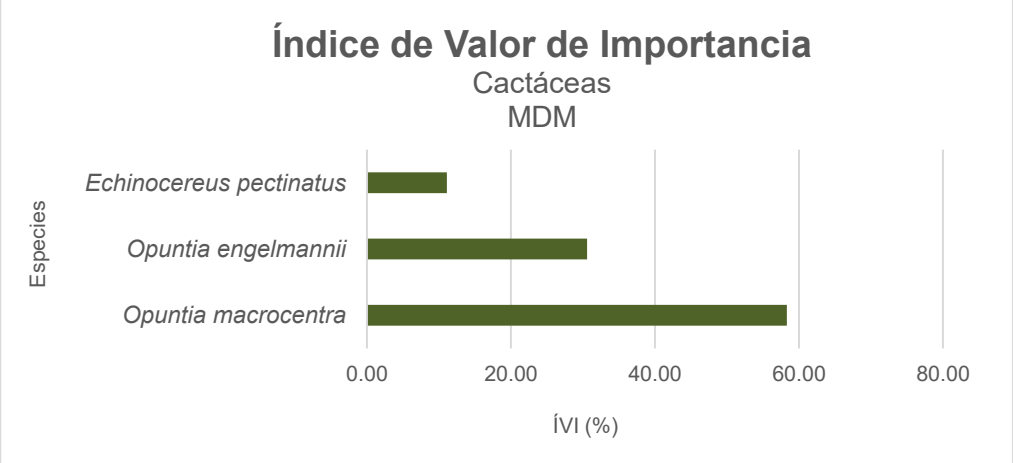
En conjunto, los valores obtenidos indican que el estrato evaluado posee una diversidad considerable, con buena representación de especies y baja dominancia relativa, lo que caracteriza a una comunidad vegetal estructuralmente estable y funcional.

Cactáceas

Tabla IV.112. ÍVI e Índice de Shannon de las cactáceas en el SA.

Especie	No. Individuos/ ha	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Í.V.I (%)	Índice de Shannon
Coryphantha robustispina	0.75000	62.50	50.00	62.50	58.33	0.29
Cylindropuntia imbricata	0.40000	33.33	25.00	33.33	30.56	0.37
Echinocereus pectinatus	0.05000	4.17	25.00	4.17	11.11	0.13
Total	**12**	**100**	**100**	**100**	**100**	**0.79**
H máx.=						**1.10**
índice de Pielou J=H/Hmax						**0.72**

Gráfica IV.9. ÍVI e Índice de Shannon para las cactáceas en el SA.



Para el estrato cactáceo se encontraron 3 especies diversas, siendo el Nopal violáceo (*Opuntia macrocentra*) la especie con mayor dominancia y valor de importancia del estrato cactáceo, esto debido a la presencia que tienen a lo largo del área de estudio, pues se encontraron en algunos de los sitios.

De acuerdo con los índices de diversidad calculados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el índice de Shannon (H') se obtuvo un valor de 0.79, el cual corresponde a un ecosistema con diversidad baja a moderada, indicando una comunidad con riqueza limitada y cierta dominancia de algunas especies dentro del estrato evaluado. La máxima diversidad que el estrato podría alcanzar, considerando que todas las especies estuvieran igualmente representadas, es de H(max) = 1.10, lo que sugiere que, si bien la riqueza total no es alta, la comunidad se aproxima de manera importante a su potencial máximo de diversidad.

La diferencia relativamente pequeña entre el valor observado y el máximo esperado indica que, aunque el número de especies es reducido, la distribución de los individuos entre ellas no es completamente desigual.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo del índice de equitatividad de Pielou (J), el cual emplea la relación H / ln(S), se obtuvo un valor de 0.72. Este índice varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 representan situaciones en las que todas las especies son igualmente abundantes. El resultado obtenido refleja una equitatividad moderada a alta, lo que confirma que, a pesar de la baja riqueza específica, el ecosistema presenta una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas.

En conjunto, estos valores indican que el estrato evaluado presenta una riqueza limitada, pero con un nivel de equilibrio estructural adecuado entre las especies presentes, sin una dominancia excesiva que limite significativamente el desarrollo de las demás.

Análisis estadístico SA

Para el análisis estadístico se consideraron los sitios de muestreo del Sistema ambiental, ubicados en el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, vegetación que pretende ser afectada por la ejecución del proyecto.

Para estimar el número de especies esperadas a partir del muestreo, se utilizaron las curvas de acumulación de especies, utilizando el modelo de "*Clench*" que indica: La probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo entre más tiempo se estudien en campo. Este modelo nos permitirá dar fiabilidad al muestreo y conocer si el esfuerzo aplicado en campo fue suficiente para obtener un número aceptable de especies.

El modelo de Clench empleado para el análisis de la confiabilidad del muestreo utiliza un programa de tratamiento estadístico de datos (STATISTICA), empleando los siguientes pasos:

Se debe construir una matriz de datos, en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo. Esta matriz puede contener datos de abundancia o, simplemente, presencias y ausencias, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

El archivo previamente creado es cargado en el programa EstimateS y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (mínimo de 100).

De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.

Estos resultados se exportan al programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal, accedemos al sub-módulo que permite introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación especifica del programa empleado. En este caso ajustando al modelo de Clench, empleando la siguiente fórmula:

$$v2=(a*v1) / (1+(b*v1))$$

Esta fórmula, utilizada como una exponencial negativa se utiliza cuando el número de sitios es menor de 30, considerándolos como muestras pequeñas. Con lo que el programa genera número de muestra, el coeficiente de determinación para esta muestra (R^2), la varianza, los valores de a y b.

Un R^2 cercano a 1 indica un buen ajuste del modelo a los datos. La gráfica de la función ajustada a los datos permite hacer una evaluación visual del proceso de inventariado y de su calidad. Los parámetros a y b nos permitirán calcular la pendiente al final de la curva para poder evaluar así, de una manera más precisa y objetiva, la calidad del inventario. También podremos calcular el esfuerzo necesario para registrar una determinada proporción de la flora del lugar y, además, extrapolar el número total teórico de especies (a/b).

Con los datos obtenidos en el programa (a/b) se crea una matriz de datos, en donde son generados los modelos no paramétricos.

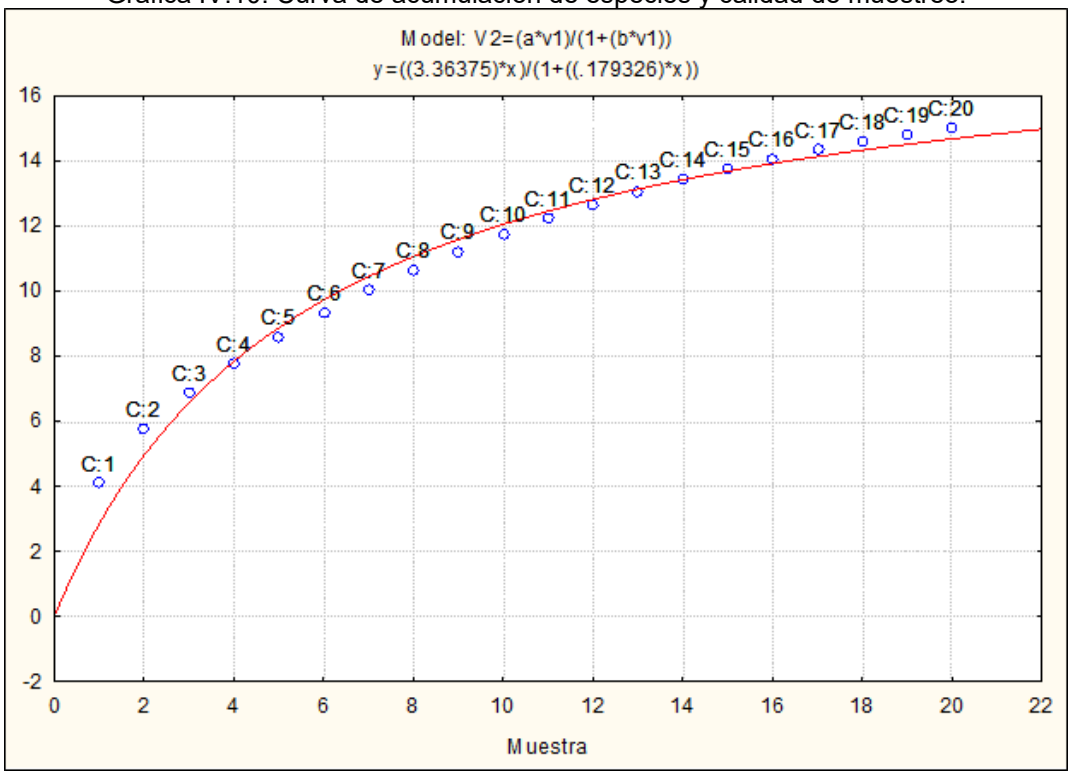
Matorral Desértico Micrófilo (MDM)

Estrato Arbustivo

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una

estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de **0.9822** lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV.10. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

PFC = a/(1+b·n)2

Dónde:
PFC = Pendiente final de la curva
a = 3.3638
b = 0.1793
n = Número de sitos (20)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	3.3638	PFC= 3.3638/ (1+0.1793*20)^2
b	0.1793	**0.160**

Está pendiente, de 0.160 nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo logrando registrar la mayoría de especies con la intensidad de muestreo empleada. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se

menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad. El valor obtenido indica un muestreo representativo, en el que ya se registró la mayor parte de las especies.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 3.3638
b = 0.1793

Variables		Sobs / (a/b)
a	3.3638	(15/ (3.3638/0.1793))
b	0.1793	**80%**

El resultado anterior nos indica que hemos conseguido observar el 80% de las especies presentes en la SA, por lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue eficiente y representativo, logrando documentar la mayoría de las especies presentes en el área. De acuerdo con Hortal & Lobo a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 113. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	96	15.56
ICE	85	17.59
Chao 1	100	15
Chao 2	93	16.14
Jack 1	80	18.8

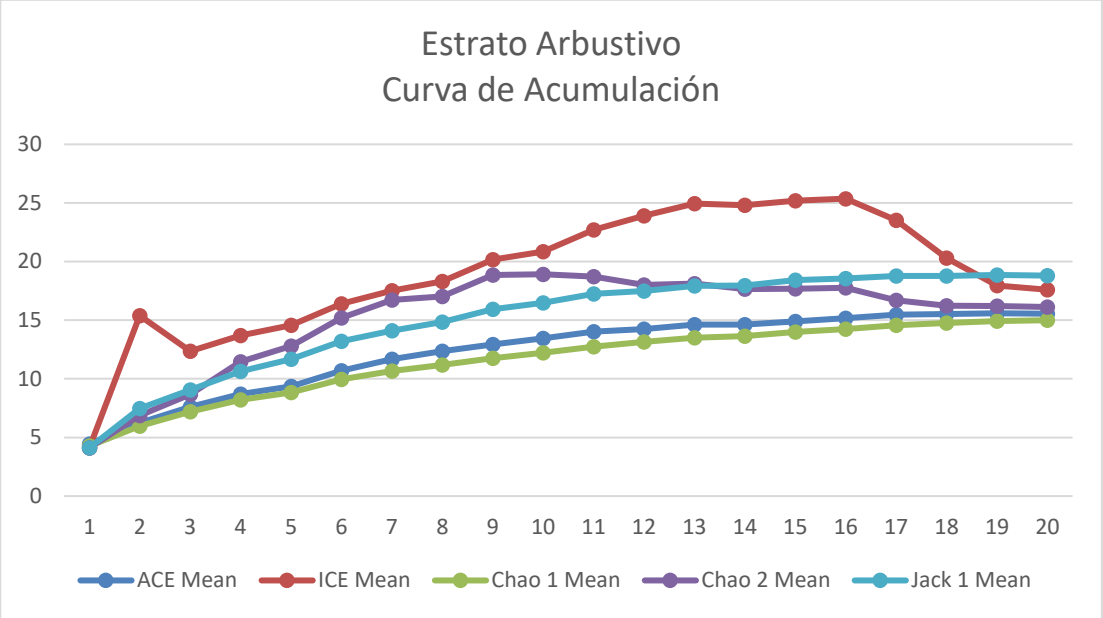
De acuerdo con los modelos no paramétricos de estimación de riqueza, los valores obtenidos para el estrato arbóreo indican que el muestreo realizado presenta una representatividad moderada a alta, particularmente en lo que respecta a las especies más comunes o con mayor abundancia dentro del área evaluada.

El valor máximo estimado por Chao 1 (100) sugiere que la riqueza potencial del estrato podría ser ligeramente superior a la registrada, lo que evidencia la posible existencia de algunas especies raras o con baja abundancia que no fueron detectadas durante el levantamiento de

campo. De manera similar, el valor de Chao 2 (93) refuerza esta tendencia al considerar la incidencia de especies poco frecuentes entre unidades de muestreo.

Por otro lado, los valores relativamente menores de ICE (85) y Jackknife 1 (80) sugieren que el componente de especies infrecuentes podría no estar completamente representado, lo cual es común en comunidades arbóreas donde ciertas especies presentan distribución espacial agregada, baja densidad poblacional o ocurrencia en microhábitats específicos.

Gráfica IV. 11. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

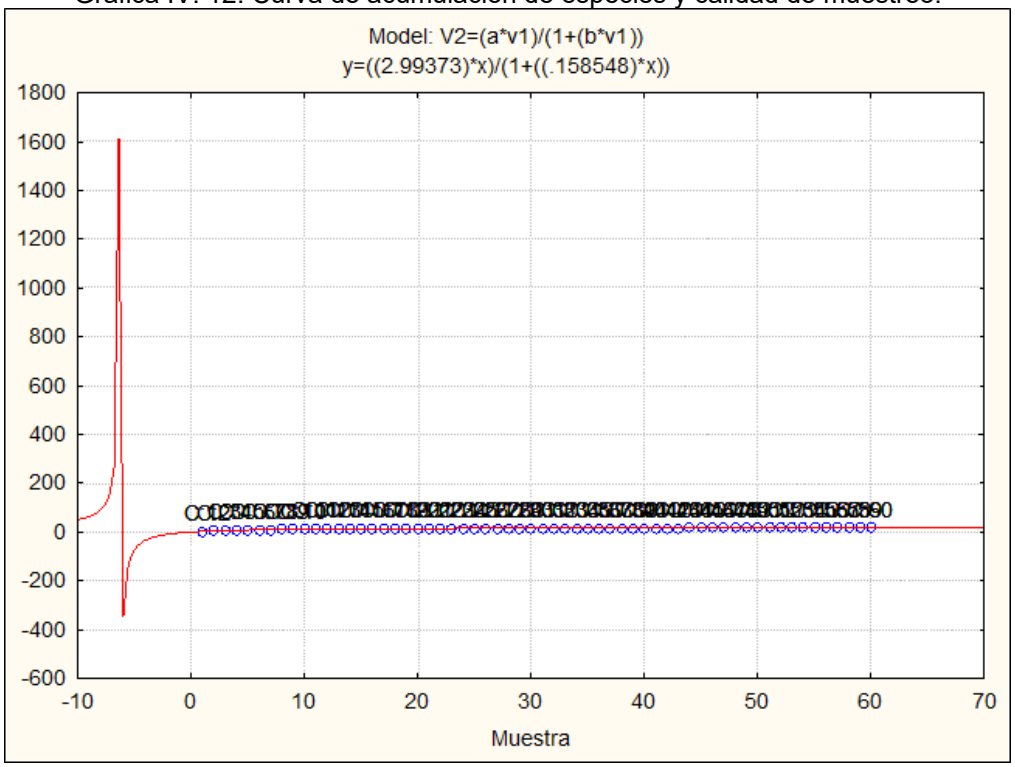


El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico en la mayoría de los estimadores indicando que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo no se incrementará el número de especies, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

Estrato Herbáceo

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de **0.9998** lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV. 12. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:
PFC = Pendiente final de la curva
a = 2.9937
b = 0.1585
n = Número de sitos (60)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	2.9937	PFC= 2.9937/(1+0.1585*60)^2
b	0.1585	**0.027**

Está pendiente, de **0.027** nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable. indica que el muestreo del estrato herbáceo aún se encuentra en fase de crecimiento, este resultado se considera adecuado y representativo dentro de las condiciones temporales del estudio. Por lo tanto, los resultados obtenidos son suficientes para caracterizar la estructura y diversidad del estrato herbáceo, permitiendo una interpretación ecológica confiable del área de estudio, aun cuando se reconoce que podrían existir especies adicionales de baja frecuencia no detectadas durante el muestreo.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 2.9937
b = 0.1585

Variables		Sobs / (a/b)
a	2.9937	(17/(2.9937/0.1585))
b	0.1585	**90%**

El resultado anterior nos indica que hemos conseguido observar el 90% de las especies presentes en el SA lo que representa un muestreo muy completo y fiable. De acuerdo con Hortal & Lobo a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 114. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

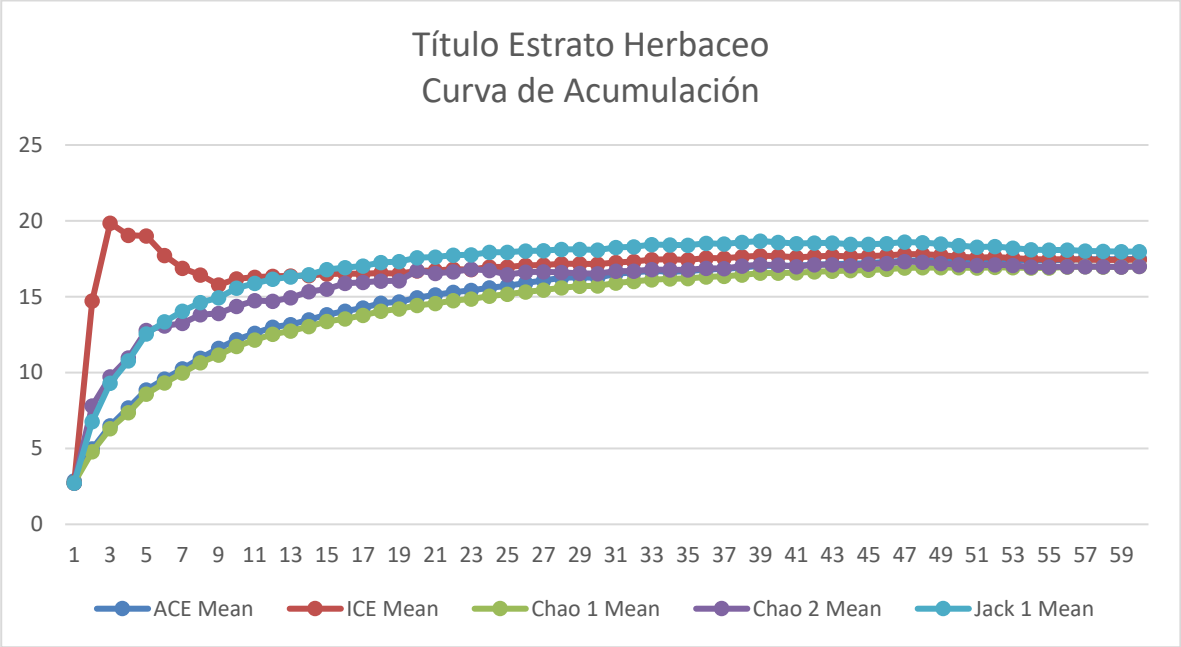
Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	97	17.5
ICE	97	17.45
Chao 1	100	17
Chao 2	100	17
Jack 1	95	17.98

Como se puede observar, el conjunto de estimadores presenta un comportamiento muy similar entre sí, con valores altamente consistentes, lo que indica una marcada congruencia entre los distintos modelos no paramétricos empleados para estimar la riqueza específica.

Los valores máximos registrados por Chao 1 (100) y Chao 2 (100) sugieren que la riqueza potencial estimada coincide prácticamente con la riqueza esperada, lo que indica que la mayoría, si no la totalidad, de las especies presentes en el estrato arbóreo fueron registradas durante el levantamiento de campo. De manera similar, los valores de ACE (97) e ICE (97) refuerzan esta tendencia, mostrando una estimación muy cercana al máximo esperado.

El valor ligeramente menor de Jackknife 1 (95) podría sugerir la posibilidad mínima de algunas especies de baja frecuencia; sin embargo, la diferencia es poco significativa en términos prácticos.

Gráfica IV. 13. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

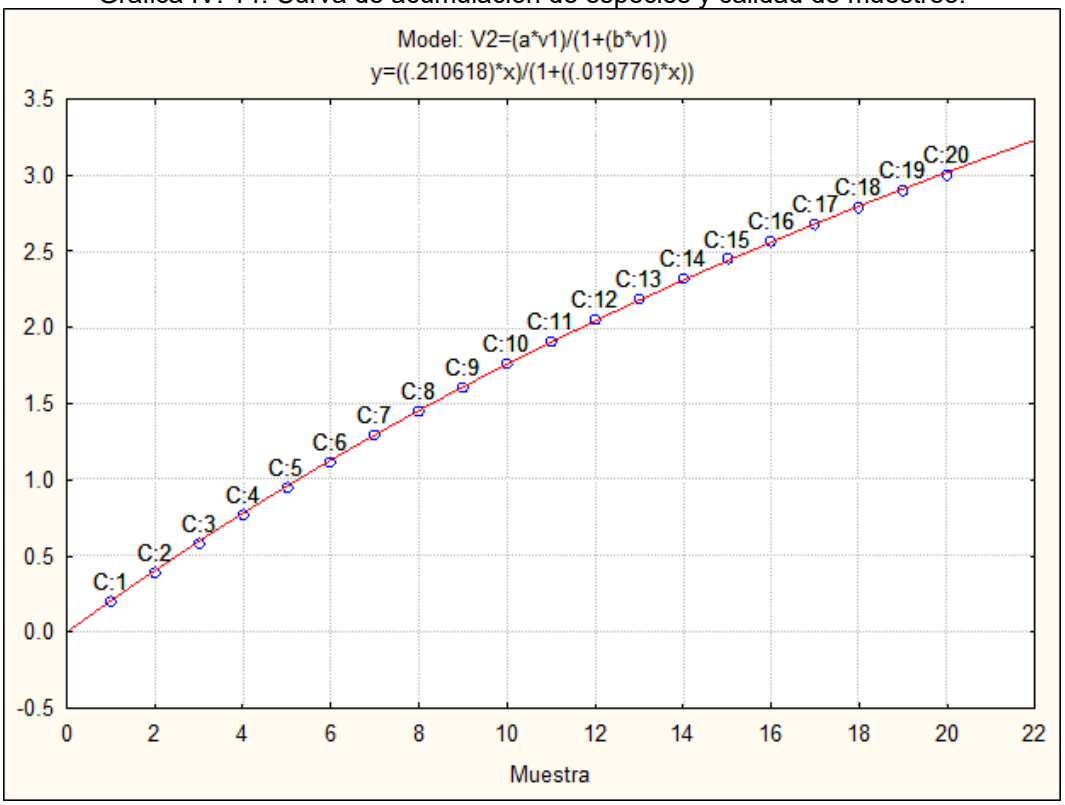


El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento casi asintótico indicando que, si se aumente el número de unidades de muestreo se encontraran solo algunas pocas nuevas especies dentro del SA, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

Cactáceas

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de 0.9998 lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV. 14. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:

PFC = Pendiente final de la curva
a = 0.2106
b = 0.0198
n = Número de sitos (20)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	0.2106	PFC= 0.2106/ (1+0.0198*20)^2
b	0.0198	**0.108**

Está pendiente, de **0.108** nos indica que hemos logrado un inventario confiable. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 0.2106
b = 0.0198

Variables		Sobs / (a/b)
a	0.2106	(3/ (0.2106/0.0198))
b	0.0198	**28%**

El porcentaje de acumulación de especies obtenido (28 %) para Cactaceae es bajo y sugiere que la curva no alcanzó una fase asintótica. Sin embargo, este resultado puede explicarse por las características propias del matorral desértico micrófilo (MDM), donde las cactáceas no siempre representan el grupo dominante en términos de riqueza específica.

La presencia de solo tres especies puede deberse a su baja densidad poblacional, distribución espacial agregada y requerimientos edáficos específicos, condiciones comunes en ecosistemas áridos. Por lo tanto, el bajo porcentaje no necesariamente indica una deficiencia en el muestreo, sino que puede reflejar la composición natural y la limitada diversidad de cactáceas en el sitio evaluado.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 115. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	43	6.9
ICE	38	8
Chao 1	78	3.83
Chao 2	86	3.48
Jack 1	61	4.9

Como se puede observar, los valores del conjunto de estimadores para el estrato cactáceo presentan una variación considerable entre sí, lo que indica diferencias importantes en la estimación de la riqueza potencial del grupo dentro del área evaluada.

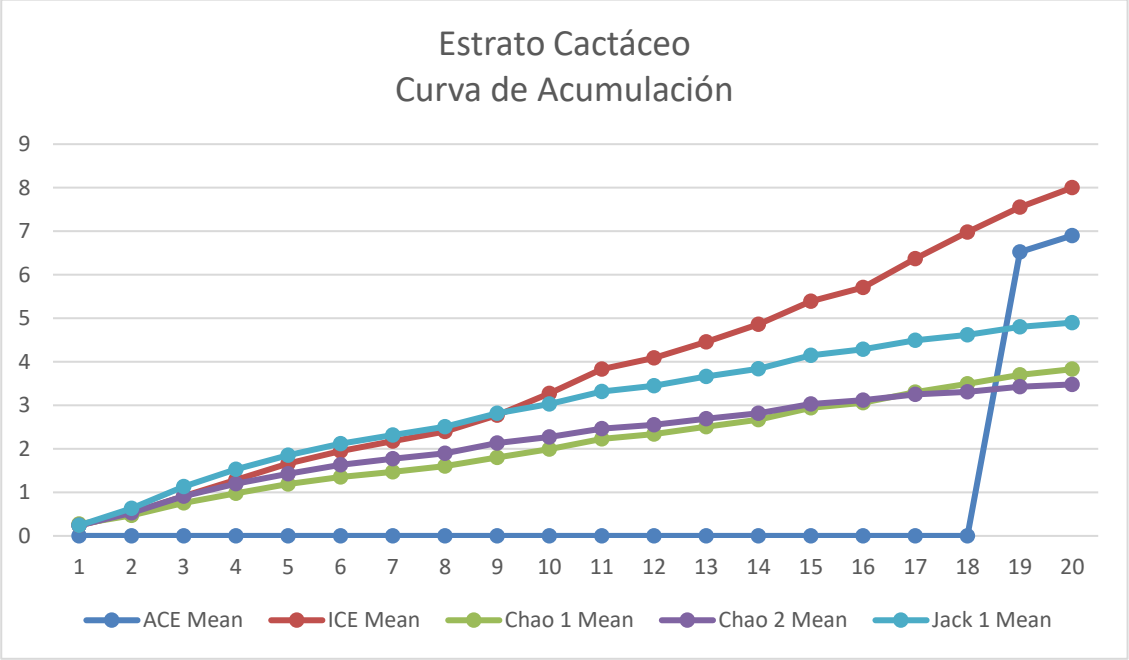
Los valores más altos obtenidos mediante Chao 1 (78) y Chao 2 (86) sugieren que la riqueza real de cactáceas podría ser mayor a la registrada en campo, evidenciando la posible presencia de especies raras, crípticas o con distribución muy localizada que no fueron detectadas durante el

levantamiento. Esta diferencia marcada entre estimadores refleja que el componente de especies poco frecuentes podría ser relevante en este estrato.

Por otro lado, los valores más bajos de ACE (43) e ICE (38) indican que el muestreo logró captar principalmente las especies más comunes o con mayor frecuencia de aparición. El valor intermedio de Jackknife 1 (61) refuerza la posibilidad de que existan especies adicionales no registradas.

En conjunto, los resultados sugieren que el muestreo fue adecuado para documentar las especies dominantes del estrato cactáceo; sin embargo, la amplitud entre los valores estimados indica que el inventario no puede considerarse completamente exhaustivo. Esto es común en comunidades de cactáceas en ambientes áridos, donde muchas especies presentan baja densidad, distribución agregada y ocurrencia puntual asociada a microhábitats específicos.

Gráfica IV. 15. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.



El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico indicando que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo no se incrementará el número de especies, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

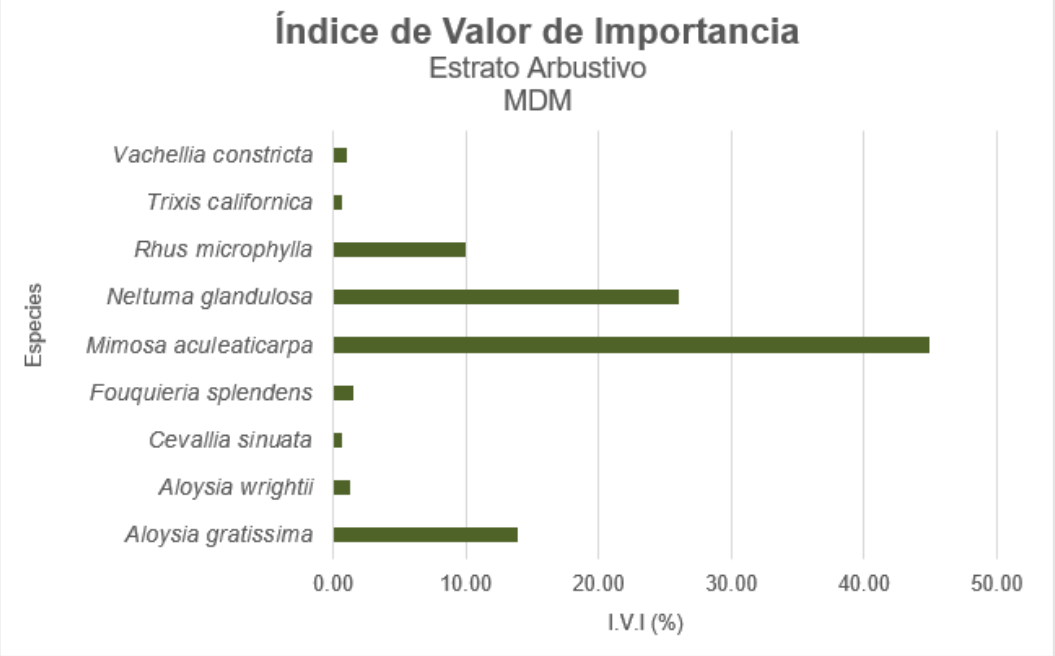
b) Área del Proyecto

Estrato Arbustivo

Tabla IV.116. ÍVI e Índice de Shannon del estrato arbustivo en el área del proyecto

Especie	No. Individuos/ha	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Í.V.I (%)	Índice de Shannon
Aloysia gratissima	63	10.66	20.00	11.06	13.91	0.24
Aloysia wrightii	3	0.50	2.00	1.18	1.22	0.03
Cevallia sinuata	1	0.20	2.00	0.00	0.73	0.01
Fouquieria splendens	3	0.50	4.00	0.11	1.53	0.03
Mimosa aculeaticarpa	471	79.78	34.00	20.89	44.89	0.18
Neltuma glandulosa	12	2.09	14.00	61.91	26.00	0.08
Rhus microphylla	36	6.08	20.00	3.90	9.99	0.17
Trixis californica	1	0.10	2.00	0.00	0.70	0.01
Vachellia constricta	1	0.10	2.00	0.96	1.02	0.01
Total	**590**	**100**	**100**	**100**	**100**	**0.7475**
					H máx.=	**2.1972**
					Índice de Pielou J=H/Hmax	**0.3402**

Gráfica IV.16. ÍVI e Índice de Shannon para el estrato arbustivo en el área del proyecto.



El estrato arbustivo en el AP posee una riqueza específica de 9 especies, siendo *Mimosa aculeaticarpa* la especie con mayor valor de importancia y dominancia dentro de este estrato, esto se debe a que fue observado un gran número de sitios a lo largo del AP.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para el índice de Shannon (H') se registró un valor de 0.7475, el cual corresponde a un ecosistema con diversidad baja, lo que indica una riqueza limitada y una marcada dominancia de una o pocas especies dentro del estrato evaluado. La

riqueza observada fue de 9 especies, lo que refleja una composición relativamente reducida. La máxima diversidad que el estrato podría alcanzar, considerando que todas las especies estuvieran igualmente representadas, es de H(max) = 2.1972. La diferencia significativa entre el valor observado y el máximo esperado evidencia que la comunidad presenta una estructura claramente desigual en la distribución de sus abundancias.

Lo anterior sugiere que el estrato tiende a comportarse de manera heterogénea, donde existe una dominancia pronunciada de ciertas especies, mientras que el resto se encuentra representado con menor abundancia, lo que limita su participación estructural dentro del ecosistema.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el cálculo del índice de equitatividad de Pielou (J), el cual emplea la relación H / ln(S), se obtuvo un valor de 0.3402. Este índice varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 representan comunidades con abundancias uniformemente distribuidas entre sus especies. El valor obtenido confirma una baja equidad, reflejando un ecosistema con fuerte dominancia y distribución poco homogénea de los individuos.

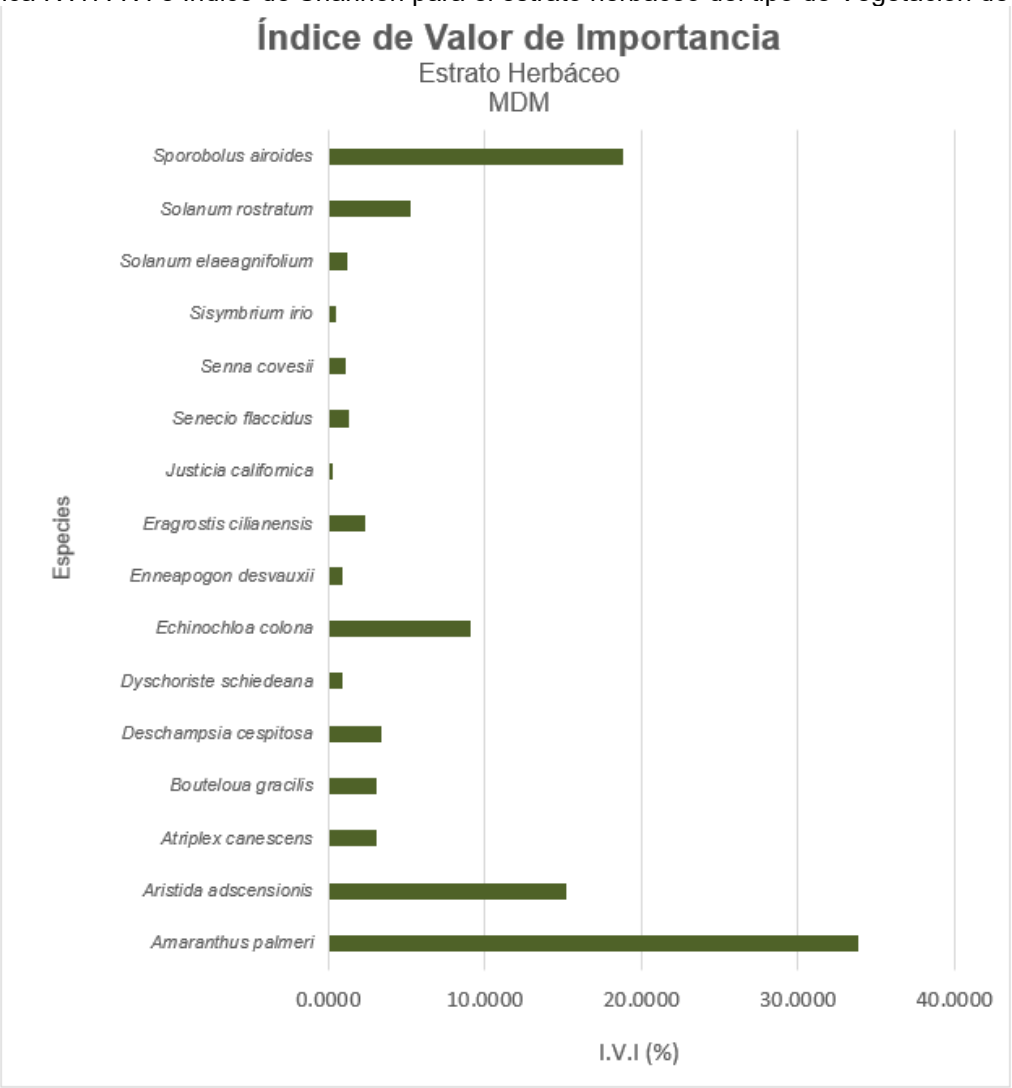
En conjunto, estos resultados indican que el estrato evaluado presenta baja diversidad y estructura desigual, características propias de comunidades donde pocas especies concentran la mayor parte de la abundancia relativa

Estrato Herbáceo

Tabla IV.117. Valor de importancia e Índice de Shannon del estrato herbáceo en el área del proyecto.

Especie	No. Individuos/ha	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Í.V.I (%)	Índice de Shannon
Amaranthus palmeri	86,471	36.0884	29.4521	36.0884	33.8763	0.3678
Aristida adscensionis	35,686	14.8936	15.7534	14.8936	15.1802	0.2836
Atriplex canescens	5,294	2.2095	4.7945	2.2095	3.0712	0.0842
Bouteloua gracilis	7,843	3.2733	2.7397	3.2733	3.0955	0.1119
Deschampsia cespitosa	7,059	2.9460	4.1096	2.9460	3.3339	0.1038
Dyschoriste schiedeana	1,569	0.6547	1.3699	0.6547	0.8931	0.0329
Echinochloa colona	19,412	8.1015	10.9589	8.1015	9.0540	0.2036
Enneapogon desvauxii	1,569	0.6547	1.3699	0.6547	0.8931	0.0329
Eragrostis cilianensis	5,098	2.1277	2.7397	2.1277	2.3317	0.0819
Justicia californica	196	0.0818	0.6849	0.0818	0.2829	0.0058
Senecio flaccidus	2,941	1.2275	1.3699	1.2275	1.2750	0.0540
Senna covesii	1,373	0.5728	2.0548	0.5728	1.0668	0.0296
Sisymbrium irio	784	0.3273	0.6849	0.3273	0.4465	0.0187
Solanum elaeagnifolium	1,765	0.7365	2.0548	0.7365	1.1759	0.0362
Solanum rostratum	10,588	4.4190	6.8493	4.4190	5.2291	0.1378
Sporobolus airoides	51,961	21.6858	13.0137	21.6858	18.7951	0.3315
Total	**239,608**	**100**	**100**	**100**	**100**	**1.9164**
					H máx.=	**2.7726**
					Índice de Pielou J=H/Hmax	**0.6912**

Gráfica IV.17. ÍVI e Índice de Shannon para el estrato herbáceo del tipo de Vegetación de BP.



De acuerdo a los resultados obtenidos para el estrato herbáceo, la especie con mayor valor de importancia de este estrato es *Amaranthus palmeri*. El resto de las especies encontradas en el área suelen distribuirse de manera más equitativa.

De acuerdo con los índices de riqueza calculados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el índice de Shannon (H´) se obtuvo un valor de 1.9164, el cual representa un ecosistema con diversidad media, indicando una comunidad con una riqueza y abundancia relativamente equilibradas entre sus especies. La riqueza registrada fue de 16 especies, lo que evidencia una composición más amplia dentro del estrato evaluado. La máxima diversidad que el estrato herbáceo pudiera alcanzar, considerando que todas sus especies se encontraran igualmente representadas, es de H(max) = 2.7726, lo que sugiere que la comunidad se aproxima de manera importante a su diversidad potencial, aunque aún existe cierta diferencia atribuible a variaciones en la abundancia de las especies.

En cuanto al índice de Pielou, el cual se obtiene mediante la fórmula H / ln(S) y mide la uniformidad o equilibrio del ecosistema, se obtuvo un valor de 0.6912. Este índice varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican que todas las especies presentan abundancias similares. El resultado obtenido confirma que el ecosistema presenta una equitatividad moderadamente alta, mostrando una tendencia hacia la homogeneidad en la distribución de los individuos, aunque con ligera dominancia de algunas especies sobre otras.

En conjunto, estos valores reflejan una comunidad estructuralmente estable, con un grado adecuado de diversidad y una distribución relativamente uniforme de sus especies.

Estrato Cactáceo

Dentro del área del PROYECTO no se encontraron especies de cactáceas.

Conclusión de abundancia y diversidad.

De acuerdo con el inventario de diversidad florística realizado durante los trabajos de campo, no se identificaron especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010; no obstante, las especies registradas en el área presentan importancia ecológica para el funcionamiento y estabilidad del ecosistema.

Para los dos estratos presentes en el área se observa una diversidad diferenciada. En el estrato arbustivo, la diversidad se considera baja, evidenciando dominancia de algunas especies características del sitio y una distribución desigual de las abundancias. Por otro lado, el estrato herbáceo presenta una diversidad media, con una riqueza de especies mayor y una equitatividad moderadamente alta (J = 0.6912), lo que indica una distribución relativamente homogénea de los individuos, aunque aún con ligera dominancia de ciertas especies.

En conjunto, estos resultados reflejan que, si bien existe heterogeneidad entre estratos, el ecosistema mantiene condiciones de estabilidad estructural, particularmente en el estrato herbáceo. Bajo este contexto, y considerando la ausencia de especies en categoría de riesgo, se infiere que el desarrollo del proyecto no generará impactos significativos sobre la diversidad florística local, siempre y cuando se mantengan las medidas de manejo y mitigación correspondientes.

ANEXO 5

Análisis estadístico AP

Para el análisis estadístico se consideraron los sitios de muestreo del AP, ubicados en el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, vegetación que pretende ser afectada por la ejecución del proyecto.

Para estimar el número de especies esperadas a partir del muestreo, se utilizaron las curvas de acumulación de especies, utilizando el modelo de Clench o exponencial dependiendo de las caracterices del muestreo que indica: *La probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo entre más tiempo se estudien en campo.* Este modelo nos permitirá dar fiabilidad al muestreo y conocer si el esfuerzo aplicado en campo fue suficiente para obtener un número aceptable de especies.

El modelo de *Clench* o exponencial empleado para el análisis de la confiabilidad del muestreo utiliza un programa de tratamiento estadístico de datos (STATISTICA), empleando los siguientes pasos:
Se debe construir una matriz de datos, en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo. Esta matriz puede contener datos de abundancia o, simplemente, presencias y ausencias, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

El archivo previamente creado es cargado en el programa EstimateS y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (mínimo de 100).

De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.

Estos resultados se exportan al programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal, accedemos al sub-módulo que permite introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación especifica del programa empleado. En este caso ajustando al modelo de Clench, empleando la siguiente fórmula:

$$v2=(a*v1) / (1+(b*v1))$$

Esta fórmula, utilizada como una exponencial negativa se utiliza cuando el número de sitios es menor de 30, considerándolos como muestras pequeñas. Con lo que el programa genera número de muestra, el coeficiente de determinación para esta muestra (R^2), la varianza, los valores de a y b.

Un R^2 cercano a 1 indica un buen ajuste del modelo a los datos. La gráfica de la función ajustada a los datos permite hacer una evaluación visual del proceso de inventariado y de su calidad. Los parámetros a y b nos permitirán calcular la pendiente al final de la curva para poder evaluar así, de una manera más precisa y objetiva, la calidad del inventario. También podremos calcular el esfuerzo necesario para registrar una determinada proporción de la flora del lugar y, además, extrapolar el número total teórico de especies (a/b).

Con los datos obtenidos en el programa (a/b) se crea una matriz de datos, en donde son generados los modelos no paramétricos.

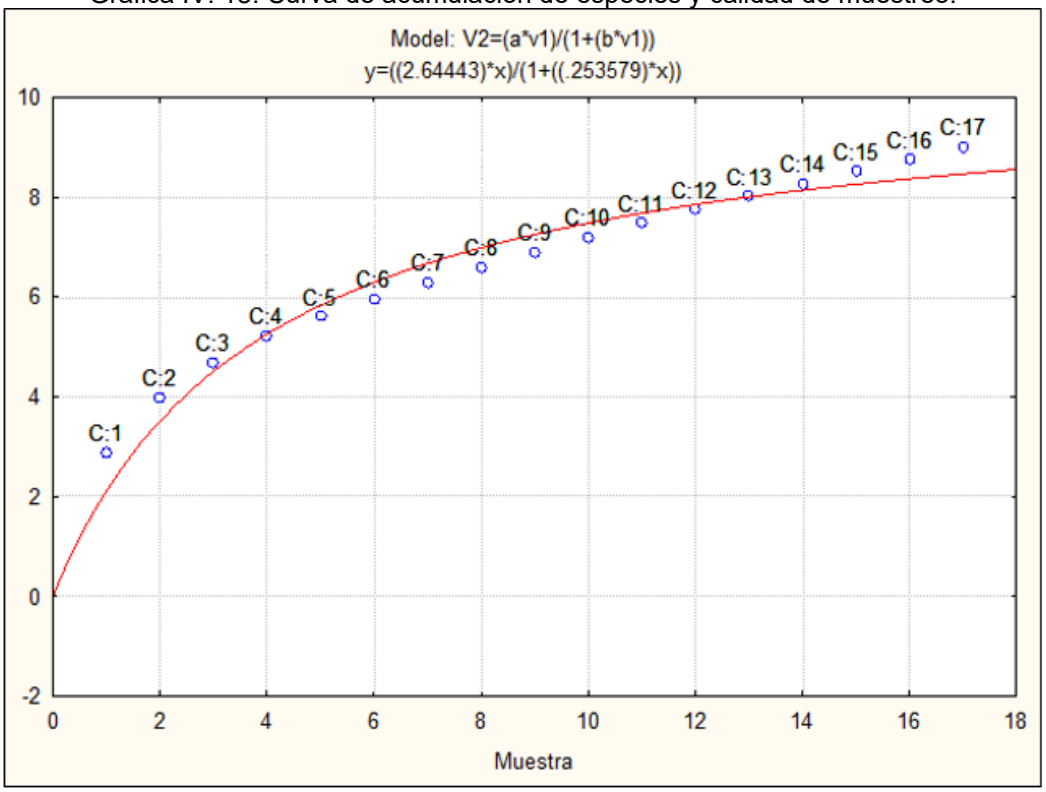
Estrato Arbóreo

Durante el recorrido de campo en el área del proyecto no se detectaron especies del estrato arbóreo, lo que refleja que la cobertura vegetal está compuesta principalmente por elementos arbustivos y herbáceos, característicos de las zonas áridas de la región.

Estrato Arbustivo

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de **0.9578** lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV. 18. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

PFC = a/(1+b·n)2

Dónde:

PFC = Pendiente final de la curva
a = 2.6444
b = 0.2535
n = Número de sitos (17)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	2.6444	PFC= 2.6444/(1+0.2535*17)^2
b	0.2535	**0.094**

Está pendiente, de **0.094** nos indica que hemos logrado un inventario bastante completo y fiable. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad. El valor obtenido indica un muestreo bastante confiable y representativo.

Sobs/(a/b)
Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 2.6444
b = 0.2535

Variables		Sobs / (a/b)
a	2.6444	(9/(2.6444/0.2535))
b	0.2535	**86%**

El resultado anterior nos indica que hemos conseguido observar el 86% de las especies presentes en el AP, por lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue eficiente y representativo, logrando documentar la mayoría de las especies presentes en el área. De acuerdo con Hortal & Lobo a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 118. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	68	13.22
ICE	61	14.81
Chao 1	75	12

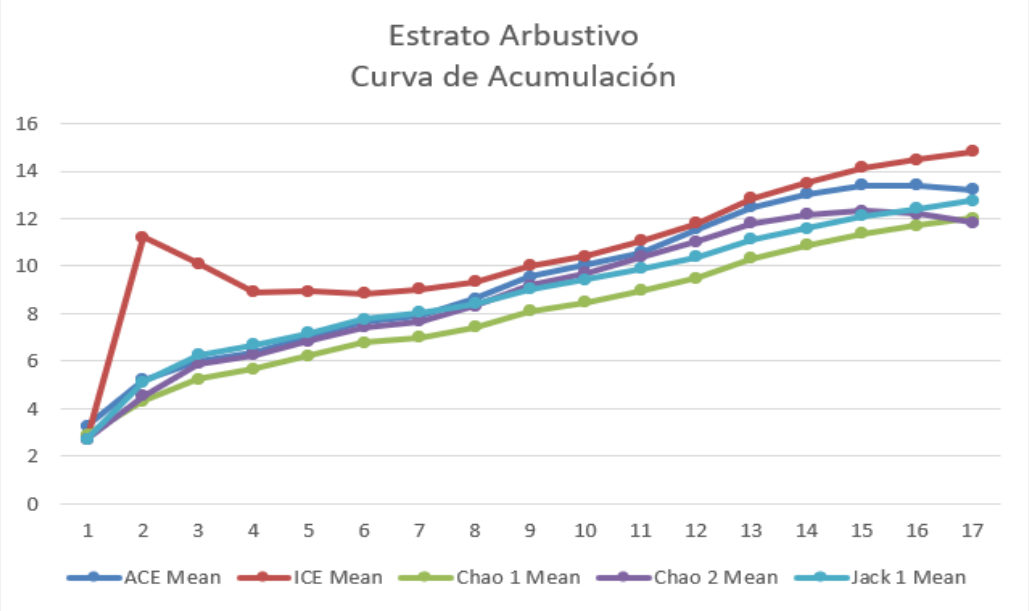
Chao 2	76	11.82
Jack 1	71	12.76

En conjunto, estos resultados indican que el muestreo fue representativo de la mayoría de las especies presentes en la comunidad arbustiva, particularmente aquellas con mayor abundancia o frecuencia de ocurrencia.

Los valores más altos registrados por Chao 1 (75) y Chao 2 (76) sugieren que la riqueza potencial del estrato podría ser ligeramente superior a la observada en campo, lo que indica la posible presencia de especies raras, de baja densidad o distribución restringida que no fueron completamente detectadas durante el levantamiento. Esta situación es común en comunidades arbustivas, donde algunas especies pueden presentarse de manera puntual o en parches específicos.

Por otro lado, los valores de ICE (61) y Jackknife 1 (71), junto con el estimador ACE (68), aunque menores que Chao, no se alejan considerablemente entre sí, lo que sugiere que el componente de especies infrecuentes no es dominante y que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para caracterizar la estructura florística del estrato.

Gráfica IV. 19. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

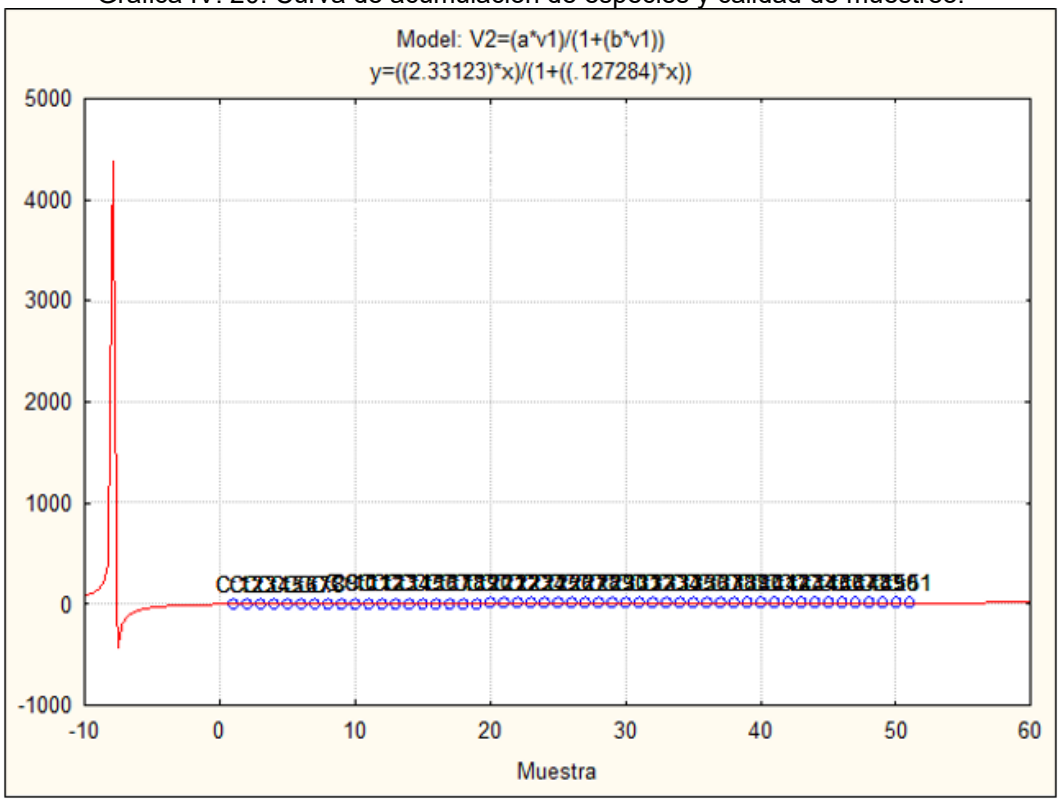


El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento casi asintótico en la mayoría de los estimadores indicando que, si se aumenta el número de unidades de muestreo se van a encontrar pocas nuevas especies por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

Estrato Herbáceo

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de **0.9942** lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV. 20. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:
PFC = Pendiente final de la curva
a = 2.3312
b = 0.1272
n = Número de sitos (51)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	2.3312	PFC= 2.3312/(1+0.1272*51)^2
b	0.1272	**0.042**

Está pendiente, de **0.042** nos indica una pendiente baja en la curva de acumulación de especies, lo cual sugiere que el muestreo fue suficiente y que la mayor parte de las especies presentes en el área ya fueron registradas.

Este valor refleja que la riqueza observada se aproxima a la riqueza real, y que un esfuerzo de muestreo adicional no incrementaría de forma significativa el número de especies detectadas. En consecuencia, se puede considerar que la diversidad del estrato herbáceo está bien representada, con una distribución estable y un muestreo confiable para la caracterización de la comunidad vegetal.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 2.3312
b = 0.1272

Variables		Sobs / (a/b)
a	2.3312	(16/(2.3312/0.1272))
b	0.1272	**87%**

El resultado anterior nos indica que hemos conseguido observar el 87% de las especies presentes en el CH lo que representa un nivel muy aceptable de completitud considerando las condiciones ambientales del levantamiento. De acuerdo con Hortal & Lobo a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables. Este porcentaje sugiere que, si bien podrían existir especies adicionales no detectadas —particularmente aquellas de baja frecuencia o con fenología estacional distinta—, la mayoría de las especies características del área fueron registradas.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 119. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

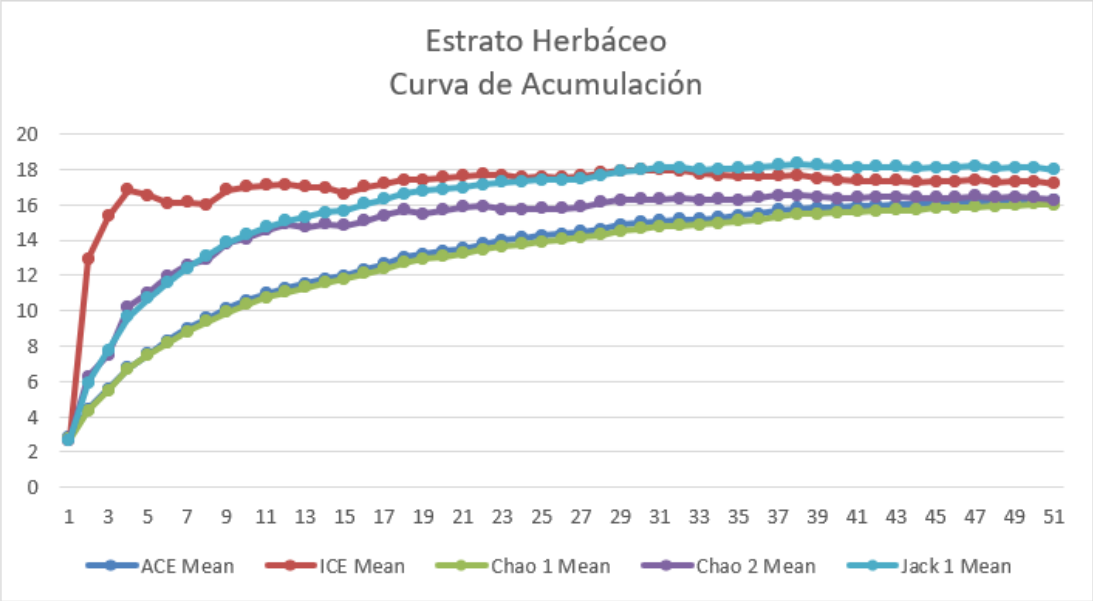
Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	98	16.27
ICE	93	17.18
Chao 1	100	16
Chao 2	98	16.25
Jack 1	89	17.96

Los estimadores de riqueza para el estrato herbáceo muestran valores altos y relativamente cercanos entre sí, lo que indica que el muestreo fue eficiente y representativo de la mayoría de las especies presentes en la comunidad. En particular, los valores de Chao 1 (100) y ACE (98), junto con Chao 2 (98), sugieren que la riqueza observada se aproxima considerablemente a la riqueza total esperada según los métodos basados en abundancia e incidencia.

No obstante, los valores ligeramente menores de ICE (93) y Jackknife 1 (89) indican la posible presencia de algunas especies de baja frecuencia o distribución restringida que no fueron registradas durante el trabajo de campo. Esta situación es común en comunidades herbáceas, especialmente en ecosistemas áridos y semiáridos, donde ciertas especies pueden presentar ciclos fenológicos cortos, distribución agregada o cobertura reducida.

En conjunto, la cercanía entre los estimadores refuerza la idea de que el esfuerzo de muestreo fue adecuado, capturando de manera confiable la riqueza florística del estrato herbáceo.

Gráfica IV. 21. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.



El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico indicando que, si se aumente el número de unidades de muestreo se encontraran muy pocas

nuevas especies dentro de AP, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

b) Fauna

Se realizaron transectos de muestreo dentro del sistema ambiental y se realizó un recorrido dentro del área del proyecto, para lo cual se registraron todas aquellas especies observadas durante los recorridos de campo. El muestreo se limitó a la identificación de fauna, mediante observaciones directas de especies, o indirecta mediante nidos u otros rastros que permitieran identificar especies presentes, en el sistema ambiental y en el caso del área del proyecto.

El análisis de fauna se realizó de acuerdo con las siguientes actividades:

- Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna.
- Descripción del muestreo.
- Justificación del muestreo.
- Identificación de las especies presentes en el SA.
- Resultados de fauna por grupo de especies encontradas en el SA.

Metodología para levantamiento de datos de fauna y proceso de datos

Para este análisis se indica el nombre común y científico de las especies reportadas en el SA especificando la fuente de información. Asimismo, se identifican las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especificando, nombre científico, nombre común, distribución y su categoría de riesgo.

El análisis de fauna se realizó de acuerdo con las siguientes actividades:

- Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna.
- Descripción del muestreo.
- Justificación del muestreo.
- Identificación de las especies presentes en el SA y AP.
- Resultados de fauna por grupo de especies encontradas en la SA y AP.

La evaluación de fauna silvestre fue realizada considerando 3 etapas las cuales se describen a continuación:

1. Referencia bibliográfica: Se llevó a cabo la investigación e identificación de especies con el uso de referencias bibliográficas como libros, tesis, guías de campo, manuales o publicaciones de poblaciones de fauna en la región de estudio, en esta etapa es de gran importancia la valoración de la referencia empleada.

Tabla IV. 120. Referencias bibliográficas.

Nombre de la publicación	Grupo de especies
Fiona A. Reid 2006.A Field Guide to Mammals of North America, 4th ed, New York, EEUU.	Mamíferos
Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica, Houghton Mifflin Company, USA.	Aves
Dunn, J. L, J. Alderfer. 2006. National Geographic Field Guide to the Birds of North America 5th ed. Random House.	Aves
Smithsonian National Museum of Natural History	Mamíferos, Aves, Reptiles, Anfibios
Behler, J. L., 1979, 2000. National Audobon Society Field Guide to Reptiles and Amphibians. New York, EEUU.	Anfibios y reptiles
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Mamíferos, Aves, Reptiles, Anfibios
Julio A. Lemos Espinal. Hobart M. Smith. Anfibios y Reptiles del Estado de Chihuahua	Anfibios, Reptiles.
The American Ornitologists´Union. Checklist of North and Middle American Birds.	Aves.

2. Muestreo directo: Se refiere a la identificación y registro fotográfico de cada una de las especies observadas. Incluye el avistamiento de aves con ayuda de binoculares y su posterior identificación con ayuda de guías de campo especializadas, observación de mamíferos y reptiles empleando diversas longitudes y anchos de transecto de acuerdo a las especies de estudio.

3. Muestreo Indirecto: Este tipo de muestreo consistente en la realización de la obtención de evidencias de presencia de especies como: madrigueras, huellas, nidos, excretas, cadáveres, huesos, pieles, etc. que puedan indicar la presencia de diversas especies en el área de estudio.

Descripción del muestreo

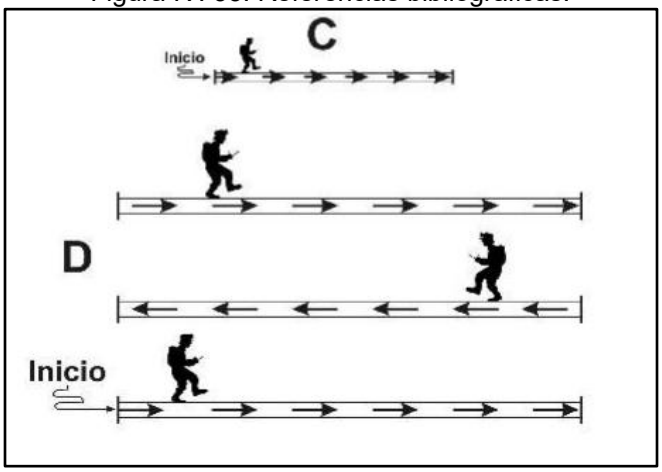
El muestreo empleado para la estimación de poblaciones fue realizado mediante conteo directo a pie por ser el más confiable, a través de conteo en transectos de franja en base al Manual de técnicas para el estudio de la fauna (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011).

Asimismo, se llevó a cabo muestreo indirecto de rastros como madrigueras, huellas, esqueletos, excretas, entre otros rastros, sin embargo, debido a su baja confiabilidad únicamente se empleó para confirmar la presencia de la especie en el área de estudio.

Método de conteo en transectos de franja

El transecto de franja es una unidad de muestreo rectangular muy larga y estrecha. El ancho a cada lado de la línea media del transecto se debe establecer antes de iniciar el muestreo. La visibilidad es el principal factor que determina este ancho. El principal supuesto de este método es que solo se debe contar a los animales que están dentro del ancho previamente definido.

Figura IV. 35. Referencias bibliográficas.



Se pueden ubicar los transectos de manera aleatoria o sistemática en el área, según la situación lo requiera para efectos de representatividad de distintas asociaciones vegetales o fisonómicas y, una vez decidido lo óptimo, el diseño debe mantenerse inalterado. Debe evitarse ubicar los transectos muy cercanos unos de otros. La longitud de cada transecto puede ser distinta. Es muy común el empleo de caminos de terracería y veredas como transectos; esto se hace debido a la facilidad de desplazamiento a vehículo u otro medio. Sin embargo, esta técnica debe evitarse pues hay varios factores que pueden sesgar la estimación de la densidad (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011).

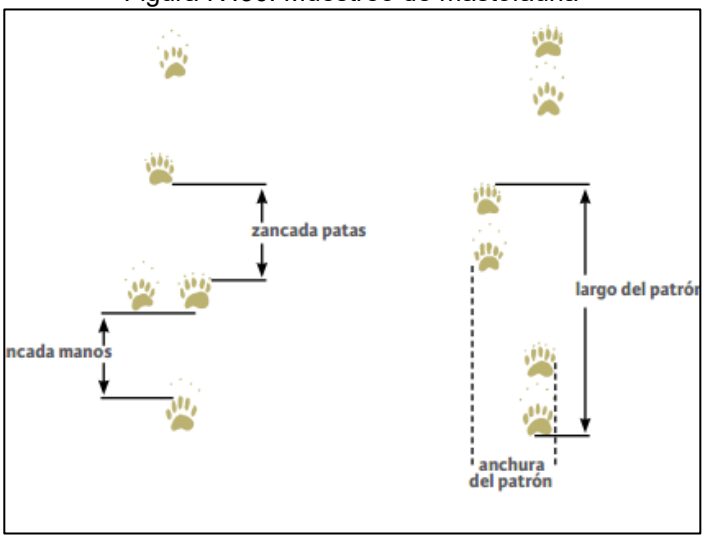
Justificación del muestreo

En base al manual de técnicas para el estudio de la fauna (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011), se contempló la metodología antes mencionada para cada grupo faunístico considerando lo siguiente:

Mastofauna

De acuerdo con estudios previos se han empleado estos métodos de muestreo, según lo señala Pacheco J., Ceballos G. y List, R. (2000). Los mamíferos medianos y grandes se registraron mediante métodos directos, como capturas, observaciones diurnas y lampareo, e indirectos por medio de huellas, a través de un transecto de 80 metros de ancho y una longitud variable de 600 metros aproximadamente, llevando a cabo el levantamiento de datos durante el recorrido a lo largo de éste.

Figura IV.36. Muestreo de mastofauna

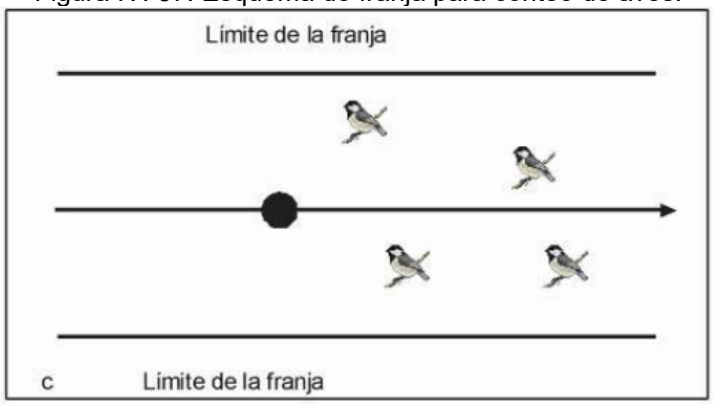


Ornitofauna

Las aves son contadas por un amplio rango de métodos. Los ornitólogos han usado una variedad de técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves. Una variedad de métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves está disponible, pero tres son los más usados: puntos de conteo, conteos en transectos y redes ornitológicas, el último de los cuales no incluye el uso de los sonidos, así que las dos primeras técnicas son más eficientes porque hacen uso de las vocalizaciones.

De acuerdo el Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres (Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996) publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, se considera el uso del método de transecto en franjas, el cual es señalado como útil en hábitats abiertos, donde el observador puede concentrarse en las aves sin tener que prestar atención a dónde pisa. El observador debe cubrir cada intervalo del transecto en un tiempo determinado mientras cuenta y totaliza aves mientras camina despacio a lo largo de un transecto en línea. Como se muestra en la Figura IV.37, las observaciones se llevaron a cabo dentro de un transecto de 200 metros de ancho por un largo de 600 metros, que con el conocimiento de los técnicos de campo y con ayuda de fotografías fueron identificadas y registradas las especies presentes en el área del sistema ambiental.

Figura IV. 37. Esquema de franja para conteo de aves.



Herpetofauna

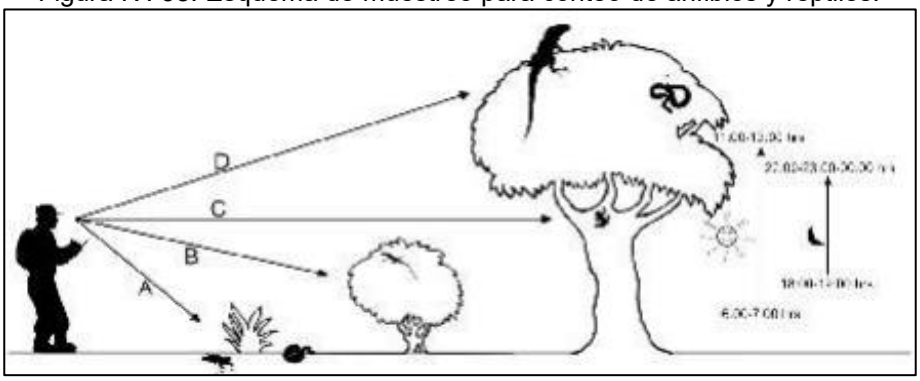
A los anfibios y reptiles se les conoce en conjunto como herpetofauna. Las variantes en los métodos que se utilizan tienen que ver con el tamaño de los organismos y/o características específicas del hábitat o del microhábitat que ocupan. Los anfibios pueden ser contados cuando se concentran en las áreas en que se reproducen.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados.

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

Para muchos reptiles terrestres y parcialmente trepadores, en situaciones de vegetación relativamente abierta como por ejemplo matorrales xerófilos o selvas caducifolias en temporada de secas, es posible en general emplear técnicas de detección visual de individuos a lo largo de un transecto determinado. Usualmente se eligen tramos de una distancia considerable (en general, para reptiles puede ser adecuado hacerlos con una longitud de 500 m a 1 km), lo más rectilíneos que sea posible, ubicados unos suficientemente lejos de otros de acuerdo con las características de desplazamiento de cada especie y recorridos a una velocidad uniforme para disminuir la posibilidad de contar individuos más de dos veces. En caso de que haya distintos tipos de hábitat, deben ubicarse suficientes trayectos en cada tipo de hábitat; en general, aunque esto depende de cada caso (Sánchez O. 2010). Por lo tanto, se realizó el levantamiento del inventario de las especies de este grupo faunístico dentro de un transecto de 20 metros de ancho por una distancia variable de 600 metros aproximadamente, mediante conteo directo y toma de fotografías.

Figura IV. 38. Esquema de muestreo para conteo de anfibios y reptiles.



Para estimar la densidad se debe emplear la superficie muestreada. Si se tienen varios transectos y cada uno de diferente tamaño, entonces el largo total simplemente es la sumatoria de las longitudes particulares de los transectos. Lo importante en el método de transectos de franja, es que en todos los transectos el ancho haya sido el mismo.

El período en que se realizó fue en el mes de junio del 2018, en horarios matutinos y vespertinos con la finalidad de tener mayor posibilidad de contabilizar las diversas especies de acuerdo con sus hábitos.

Se realizaron 3 transectos dentro del sistema ambiental con una longitud de 600 metros aproximadamente, dentro de los cuales se llevó a cabo el conteo de individuos de los diferentes grupos faunísticos.

Tabla IV. 121. Grupo de especies y tamaño de franja de transecto

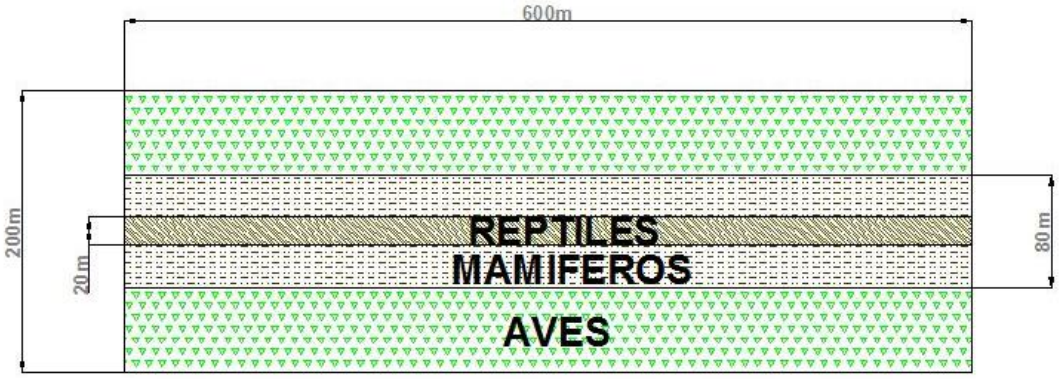
Grupo de especies	Ancho	Longitud
Anfibios y reptiles	20 m	600 m aprox.
Aves	200 m	600 m aprox.
Mamíferos	80 m	600 m aprox.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a un área lineal por lo que para el muestreo de este se realizó 1 transecto en donde se llevó a cabo el conteo de individuos de los diferentes grupos faunísticos, considerando la totalidad del área de 115 m por 360 aproximadamente.

Tabla IV. 122. Grupo de especies y tamaño de franja de transecto.

Grupo de especies	Ancho	Longitud
Anfibios y reptiles	20 m	360 m aprox.
Aves	115 m	360 m aprox.
Mamíferos	80 m	360 m aprox.

Figura IV. 39. Esquema de la metodología empleada para muestreo directo.



En las siguientes tablas se muestran las coordenadas de los transectos realizados en el sistema ambiental.

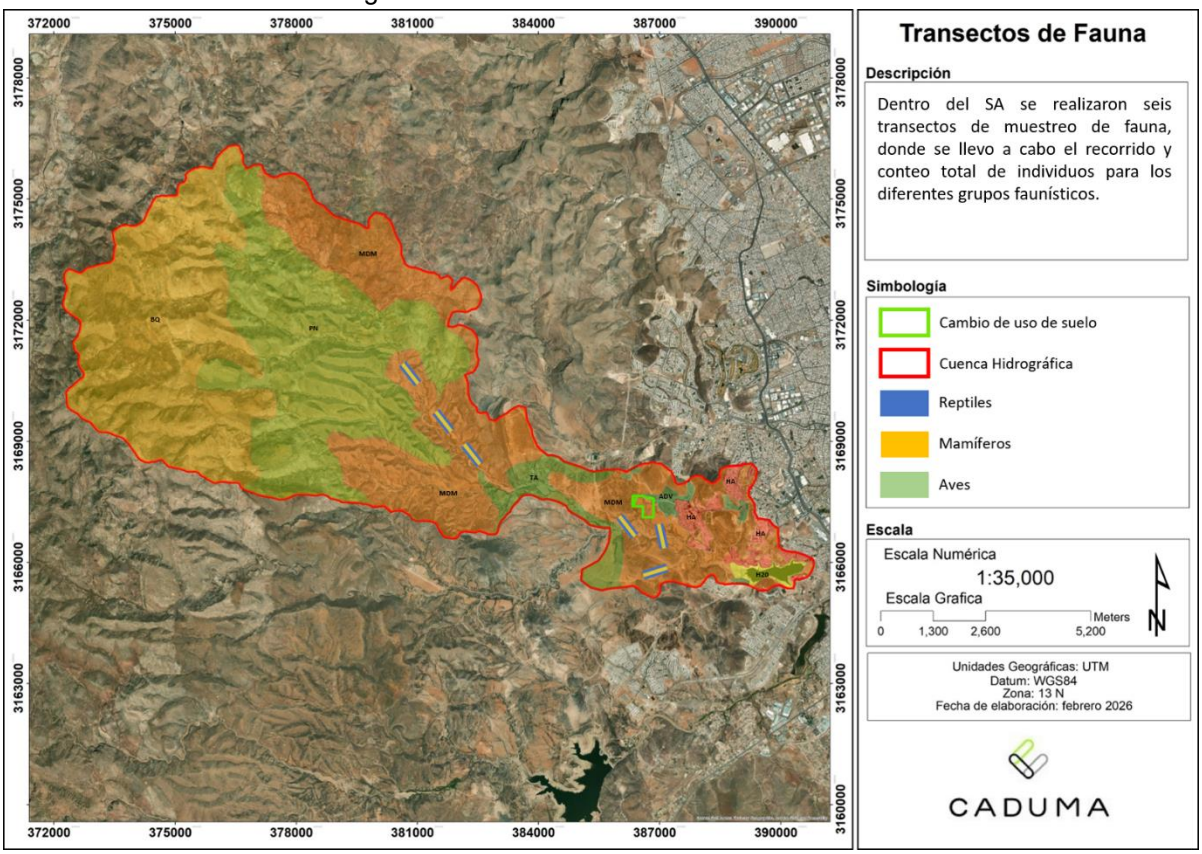
Tabla IV. 123. Coordenadas de vértices de los transectos empleados para el muestreo de fauna en el SA.

Sistema de coordenadas UTM Datum WGS 84 zona 13 N.			
Transectos Grupo Faunístico de Anfibios y Reptiles	1 SA	387124.00	3166344.00
		387142.44	3166351.16
		386964.96	3166925.39
		386946.80	3166918.81
	2 SA	387138.18	3165895.22
		387146.30	3165876.59
		386583.43	3165665.92
		386591.30	3165647.49
	3 SA	386064.03	3167125.79
		386080.38	3167138.93
		386439.13	3166664.22
		386422.49	3166652.41
	4 SA	382582.29	3168406.82
		382568.26	3168392.61
		382195.00	3168862.70
		382180.44	3168848.70
	5 SA	381833.78	3169276.78
		381819.27	3169263.38
		381453.78	3169727.59
		381437.01	3169715.05
	6 SA	381031.78	381031.78
		381016.84	3170412.84
		380601.10	3170853.18
		380586.91	3170838.49

Sistema de coordenadas UTM Datum WGS 84 zona 13 N.			
Transectos Grupo Faunístico de Aves	1 SA	387226.71	3166382.80
		387038.10	3166313.92
		387048.64	3166957.49
		386862.46	3166886.33
	2 SA	386627.58	3165566.15
		386548.21	3165746.31
		387103.53	3165975.36
		387182.58	3165794.25
	3 SA	386511.40	3166717.16
		386351.20	3166597.87
		386151.15	3167194.24
		385993.51	3167070.34
	4 SA	382503.28	3168329.11
		382645.80	3168468.50
		382259.75	3168925.49
		382116.04	3168787.10
	5 SA	381903.67	3169334.84
		381750.01	3169207.28
		381526.76	3169779.50
		381363.59	3169663.67
	6 SA	381097.30	3170487.81
		380951.44	3170351.27
		380660.30	3170916.33
		380524.23	3170772.97

Sistema de coordenadas UTM Datum WGS 84 zona 13 N.			
Transectos Grupo Faunístico de Mamíferos	1 SA	387171.10	3166362.49
		386992.50	3166936.28
		386917.71	3166907.93
		387095.40	3166334.87
	2 SA	387126.36	3165922.41
		387157.82	3165848.41
		386603.17	3165620.28
		386572.12	3165692.10
	3 SA	386399.34	3166634.26
		386463.55	3166682.57
		386103.22	3167157.17
		386040.01	3167107.42
	4 SA	382603.80	3168427.09
		382546.99	3168370.89
		382216.16	3168882.30
		382158.15	3168826.70
	5 SA	381857.47	3169295.24
		381795.75	3169245.30
		381477.40	3169743.81
		381412.28	3169697.71
	6 SA	381051.87	3170446.53
		380995.39	3170391.71
		380621.29	3170874.44
		380566.34	3170815.79

Figura IV.40. Transectos de fauna en el SA.



Base de datos de la información levantada en campo - SA

Tabla IV.124. Listado de especies de aves observadas durante el muestreo y principales características del SA.

Nombre científico	Nombre común	N° de ind	Endemismo	Distribución restringida	Lento desplazamiento	Valor cinegético	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	42	No	No	No	No	-
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	17	No	No	No	Si	-
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	6	No	No	No	No	-
Cathartes aura	Zopilote aura	12	No	No	No	No	-
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	2	No	No	Si	No	-

Tabla IV. 125. Coordenadas de vértices de las parcelas empleadas para el muestreo de fauna en el AP

Sistema de coordenadas			
Transectos Grupo Faunístico de Anfibios y Reptiles	1	386729.40	3167130.31
		386709.81	3167130.81
		386737.02	3167329.77
		386717.53	3167330.41
	2	386740.82	3167382.76
		386721.51	3167382.32
		386744.86	3167582.03
		386725.77	3167582.13
	3	386384.14	3167510.63
		386582.82	3167506.44
		386583.24	3167525.95
		386384.21	3167529.94

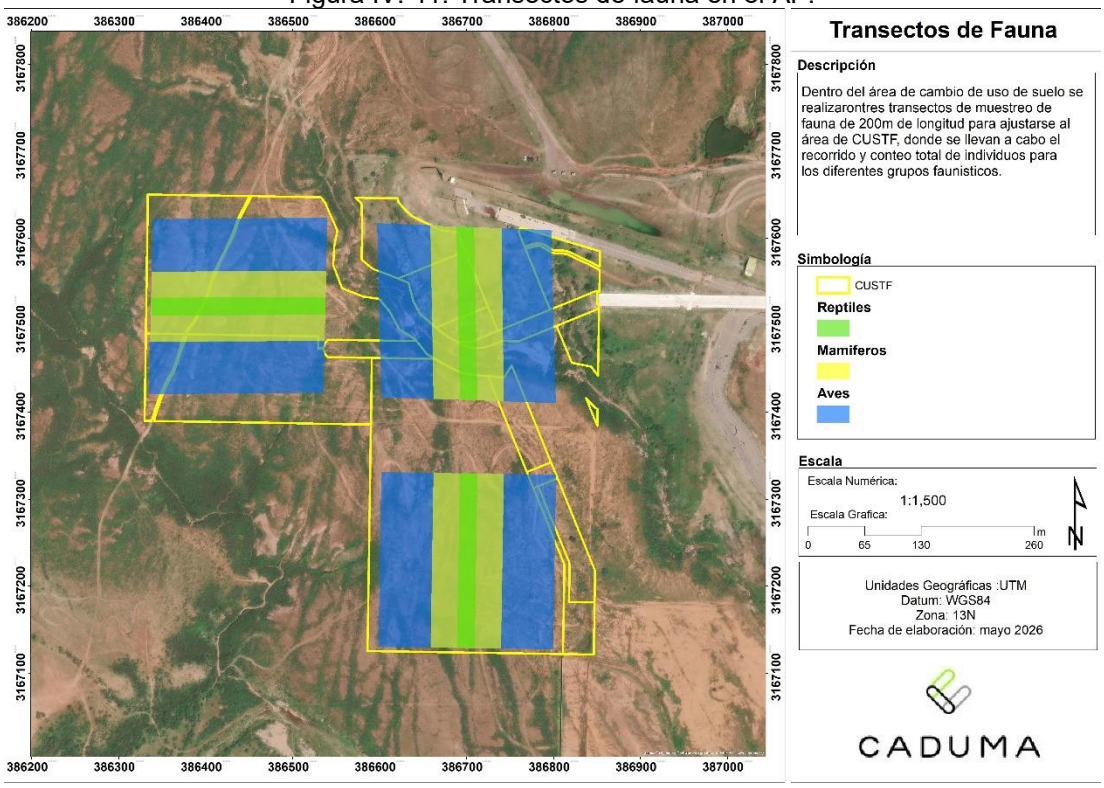
Sistema de coordenadas			
Transectos Grupo Faunístico de Mamíferos	1	386759.24	3167130.06
		386679.82	3167131.34
		386767.42	3167329.72
		386687.68	3167330.61
	2	386770.81	3167381.77
		386692.16	3167382.31
		386775.61	3167581.51
		386695.28	3167583.02
	3	386383.71	3167480.31
		386582.30	3167476.65
		386583.39	3167555.61
		386384.56	3167559.62

Sistema de coordenadas			
Transectos Grupo Faunístico de Aves	1	386819.38	3167128.91
		386619.87	3167132.32
		386827.18	3167329.31
		386627.23	3167331.69
	2	386831.27	3167381.41
		386631.99	3167382.88
		386834.21	3167579.33
		386635.36	3167584.45
	3	386581.45	3167416.27
		386382.53	3167420.59
		386584.68	3167616.04
		386385.68	3167620.23

Tabla IV.126. Listado de especies de Mamíferos observados durante el muestreo y principales características del SA.

Nombre científico	Nombre común	N° de ind en MDM	Endemismo	Distribución restringida	Lento desplazamiento	Valor cinegético	NOM-059-SEMARNAT-2010
Lepus californicus	Liebre cola negra	3	No	No	No	Si	-
Neotamias dorsalis	Chichimoco	1	No	No	No	No	-

Figura IV. 41. Transectos de fauna en el AP.



Base de datos de la información levantada en campo-AP

Tabla IV.127. Listado de especies de aves observadas durante el muestreo y principales características del AP.

Nombre científico	Nombre común	N° de ind	Endemismo	Distribución restringida	Lento desplazamiento	Valor cinegético	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	27	No	No	No	No	-
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	16	No	No	No	Si	-
Cathartes aura	Zopilote aura	12	No	No	No	No	-

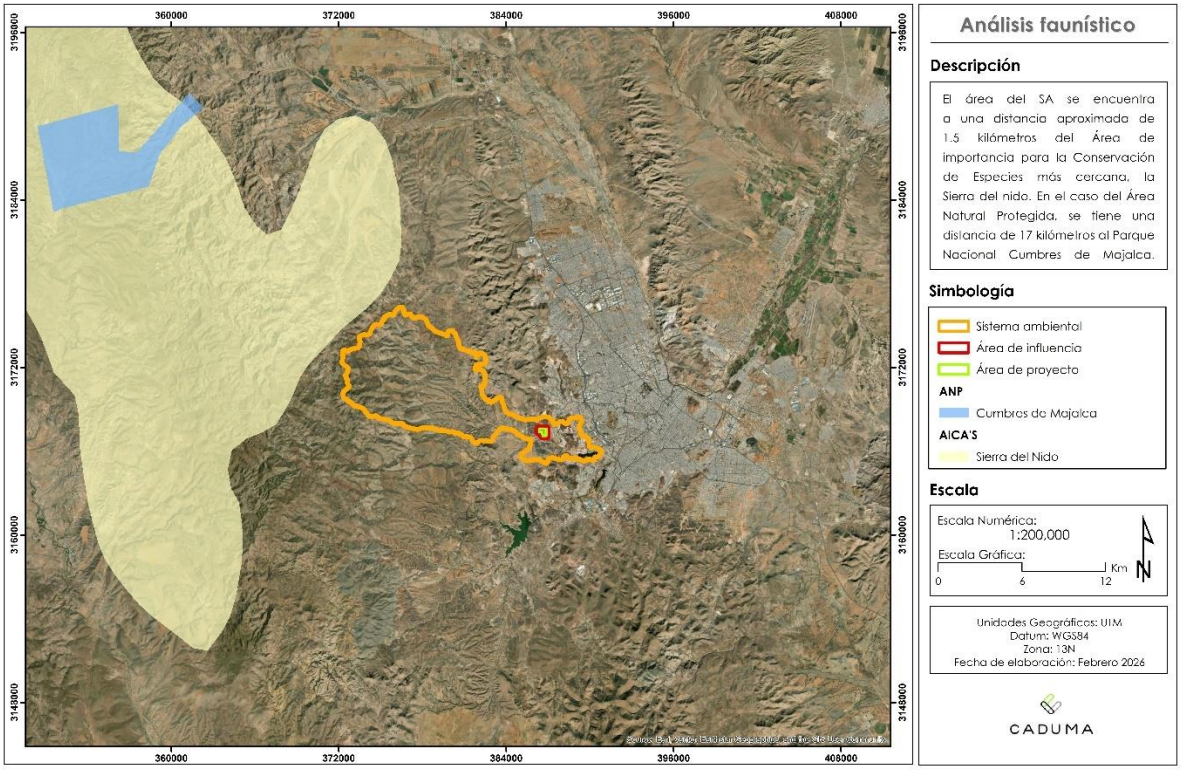
Tabla IV.128. Listado de especies de Mamíferos observados durante el muestreo y principales características del AP.

Nombre científico	Nombre común	N° de ind en MDM	Endemismo	Distribución restringida	Lento desplazamiento	Valor cinegético	NOM-059-SEMARNAT-2010
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1	No	No	No	Si	-
Lepus californicus	Liebre cola negra	7	No	No	No	No	-

Rasgos de distribución y desplazamiento de la fauna

Para este apartado se realizó un análisis en el cual se identificaron las áreas de importancia como corredores biológicos, áreas dedicadas a la conservación, (áreas naturales protegidas, áreas de importancia ecológica) en el siguiente mapa podemos observar que el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún área de importancia para la conservación de aves, tampoco se encuentra dentro de algún área natural protegida.

Figura IV.42. Análisis faunístico del SA.



Caracterización de las comunidades de fauna

Para la caracterización de las comunidades de fauna se consideraron los siguientes conceptos:

- Estacionalidad

Referente al periodo en que se encuentran presentes las especies en una determinada área esta se divide en: residentes, visitantes, invernales, migratorias o transitorias.

- Abundancia

Se clasifica en cinco categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observada en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos). Rara (especie observada en números muy bajos) y ocasionales (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

- Sociabilidad

Referente al tipo de organización social de las especies. Comprende tres categorías: solitario (cuando se observa un individuo), pareja (especie que se desplaza en pareja sea época reproductiva o no) y gregaria (conformación de grupos de tres o más individuos).

- Alimentación

Se asignan categorías de acuerdo al tipo de alimento que cada especie consume, dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Se pueden identificar las siguientes categorías:

herbívoros (especies que se alimentan principalmente de material vegetal como pastos, hojas, ramas, entre otros), carnívoro (especies que se alimentan de vertebrados a los que capturan vivos) carroñero (especies que se alimentan de material animal en descomposición), frugívoro (especies que consumen principalmente frutos) granívoro (se alimentan de semillas principalmente) insectívoro (especies que el consumo de insectos es la base de su alimentación) nectarívoros (cuando el néctar es la principal fuente de alimentación) y omnívoros (especies que consumen distintos recursos como semillas, insectos, vertebrados, frutos, hojas, entre otros).

- Hábitat

Se define como el ambiente donde la especie se desarrolla, el cual puede variar regionalmente dependiendo de las necesidades de los individuos de la especie.

- Distribución vertical

Se basa en el estrato de la vegetación donde se desarrollan los individuos de la especie.

Sistema Ambiental

Tabla IV.129. Caracterización de aves dentro del SA.

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	Migratoria invernal	Poco común	Gregaria	Granívora	Pastizal, matorral abierto, áreas agrícolas	Estrato bajo; suelo y vegetación herbácea
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Residente	Muy común	Gregaria	Granívora y frugívora	Matorral xerófilo, zonas urbanas, áreas agrícolas, bosque abierto	Estrato medio y bajo; suelo y árboles
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	Residente	Muy común	Gregario	Omnívora	Zonas urbanas, cuerpos de agua, áreas agrícolas, matorral	Estrato medio y alto; árboles y suelo
Cathartes aura	Zopilote aura	Residente	Común	Gregario	Carroñera	Matorral, bosque, pastizal, zonas abiertas y suburbanas	Estrato alto; vuelo sobre dosel y espacios abiertos
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	Residente	Poco común	Solitaria	Carnívora	Matorral xerófilo, zonas	Estrato bajo; terrestre

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
						áridas y semiáridas	

Tabla IV.130. Caracterización de mamíferos dentro del SA.

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Lepus californicus	Liebre cola negra	Residente	Común	Solitario	Herbívoro	Pastizal, matorral xerófilo, zonas semiáridas y agrícolas	Estrato terrestre; actividad superficial
Neotamias dorsalis	Chichimoco	Residente	Poco común	Solitario	Omnívora	Matorral rocoso, bosque abierto, zonas con afloramientos rocosos	Estrato terrestre y rupícola; suelo, rocas y cavidades

Area del Proyecto.

Tabla IV.131. Caracterización de aves dentro del AP.

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	Migratoria invernal	Común	Gregaria	Granívora e insectos	Pastizal, matorral abierto, áreas agrícolas	Estrato bajo; suelo y vegetación herbácea
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Residente	Común	Gregaria	Granívora	Matorral xerófilo, zonas urbanas, áreas agrícolas, bosque abierto	Estrato medio y bajo; suelo y árboles
Cathartes aura	Zopilote aura	Residente	Común	Gregaria	Carroñera	Matorral, bosque, pastizal, zonas abiertas y suburbanas	Estrato alto; vuelo en dosel y espacios abiertos

Tabla IV.132. Caracterización de mamíferos dentro del AP.

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Hábitat	Distribución vertical
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	Residente	Común	Solitaria	Omnívora	Matorral xerófilo, pastizal, zonas rocosas, áreas agrícolas y periurbanas	Estrato terrestre; principalmente en suelo, madrigueras y rocas
Lepus californicus	Liebre cola negra	Residente	Común	Solitaria	Herbívora	Pastizal, matorral desértico,	Estrato terrestre;

						zonas semiáridas y agrícolas	actividad en superficie

Importancia ecológica de las comunidades de fauna

La identificación de la importancia ecológica de la fauna consistió en evaluar las principales funciones dentro del ecosistema de acuerdo con el sistema de clasificación de "Funciones Ecológicas Clave" (Marcot, B.G y Vander Heyden 2001), se identifican 7 principales funciones de la fauna silvestre:

- Relaciones tróficas
- Ciclo de nutrientes
- Relaciones entre organismos
- Vectores de enfermedades
- Relaciones del suelo
- Relaciones de las estructuras leñosas
- Relaciones con respecto al agua

Sistema Ambiental

Tabla IV.133. Importancia ecológica de las especies de aves del SA.

Nombre científico	Nombre común	Importancia Ecológica
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	Relaciones tróficas
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Ciclo de nutrientes
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	Relaciones tróficas
Cathartes aura	Zopilote aura	Ciclo de nutrientes
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	Relaciones tróficas

Tabla IV.134. Importancia ecológica de las especies de mamíferos del SA.

Nombre científico	Nombre común	Importancia Ecológica
Lepus californicus	Liebre cola negra	Relaciones tróficas
Neotamias dorsalis	Chichimoco	Relaciones tróficas

Area del Proyecto.

Tabla IV.135. Importancia ecológica de las especies de aves del AP.

Nombre científico	Nombre común	Importancia Ecológica
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	Relaciones tróficas
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Ciclo de nutrientes
Cathartes aura	Zopilote aura	Ciclo de nutrientes

Tabla IV.136. Importancia ecológica de las especies de mamíferos del AP.

Nombre científico	Nombre común	Importancia Ecológica
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	Relaciones del suelo
Lepus californicus	Liebre cola negra	Relaciones tróficas

Riqueza específica de especies

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. De acuerdo al muestreo realizado en campo y al conteo directo de las especies observadas, se obtuvo la siguiente riqueza de especies por grupo faunístico:

Sistema Ambiental

Tabla. IV.137. Riqueza específica de especies en el área del SA.

Grupo de especies	Riqueza observada
Anfibios y reptiles	0
Aves	5
Mamíferos	2
Total	**7**

Area del Proyecto.

Tabla. IV.138. Riqueza específica de especies en el AP.

Grupo de especies	Riqueza observada
Anfibios y reptiles	0
Aves	3
Mamíferos	2
Total	**5**

Se presenta a continuación el listado de las especies observadas durante el muestreo en campo en el área del Sistema Ambiental:

Aves

Tabla. IV.139. Especies observadas y número de individuos del SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	No. Individuos observados
Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	42
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	17
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	6
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	12
Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	2

Mamíferos

Tabla. IV.140. Especies observadas y número de individuos del SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	No. Individuos observados
Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	3
Sciuridae	*Neotamias dorsalis*	Chichimoco	1

Se presenta a continuación el listado de las especies observadas durante el muestreo en campo en el área del área del proyecto:

Aves

Tabla. IV.141. Especies observadas y número de individuos del SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	No. Individuos observados
Passerellidae	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	27
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	16
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	12

Mamíferos

Tabla. IV.142. Especies observadas y número de individuos del SA.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	No. Individuos observados
Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de Rocas	1
Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	7

Abundancia de especies para el Sistema Ambiental

Relativo al total de individuos por hectárea (Ind/ha) de acuerdo con los datos del muestreo en campo. Como resultado del muestreo realizado, para cada grupo de las especies se obtuvieron los siguientes resultados de abundancia y riqueza.

Tabla IV.143. Abundancia total por grupo de especie en el área del SA.

Grupo de especies	Abundancia	Densidad Ind/ha
Anfibios y reptiles	0	0
Aves	79	1.10
Mamíferos	4	0.14
Total	**83**	**1.24**

Dentro del Sistema Ambiental no se observaron especies de reptiles, esto debido a la creciente expansión urbana y a la modificación antrópica de la mayoría de las áreas de muestreo, las aves fueron el grupo faunístico más abundante durante el muestreo encontrando 5 especies, donde la especie *Pooecetes gramineus* fue la más abundante y para mamíferos con solo dos especies encontradas en el muestreo, donde la más abundante fue *Lepus californicus.*

Ornitofauna

Tabla IV.144. Densidad de aves en el área del SA.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Densidad Ind/ha	Densidad Relativa %
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	42	0.58	53.16
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	17	0.24	21.52
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	6	0.08	7.59
Cathartes aura	Zopilote aura	12	0.17	15.19
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	2	0.03	2.53
Total		**79**	**1.10**	**100.00**

La especie de aves más abundante en el Sistema Ambiental es el Gorrión cola blanca *(Pooecetes gramineus),* con una densidad de 0.58 Ind/ha, esto debido a que se ven una gran cantidad de especímenes al ser especies gregarias. Las otras especies encontradas dentro del Sistema

Ambiental son medianamente representativas, ya que presentan densidades variadas, esto debido a la clara dominancia de una especie en el área.

Mastofauna

Tabla IV.145. Densidad de mamíferos en el área del SA.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Densidad Ind/ha	Densidad Relativa %
Lepus californicus	Liebre cola negra	3	0.10	75.00
Neotamias dorsalis	Chichimoco	1	0.03	25.00
Total		**4**	**0.14**	**100**

La especie más abundante de mamíferos en el Sistema Ambiental es la liebre cola negra *(Lepus californicus),* con una densidad de 0.10 Ind/ha. La otra especie encontrada dentro del Sistema Ambiental es menos representativa, ya que presentan densidades menor.

Abundancia de especies para el Area del Proyecto

Relativo al total de individuos por hectárea (Ind/ha) de acuerdo con los datos del muestreo en campo. Como resultado del muestreo realizado, para cada grupo de las especies se obtuvieron los siguientes resultados de abundancia y riqueza.

Tabla IV.146. Abundancia total por grupo de especie en el AP.

Grupo de especies	Abundancia	Densidad Ind/ha
Anfibios y reptiles	0	0
Aves	55	4.58
Mamíferos	8	1.67
Total	**63**	**6.25**

Ornitofauna

Tabla IV.147. Densidad de aves en el AP.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Densidad Ind/ha	Densidad Relativa %
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	27	2.25	49.09
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	16	1.33	29.09
Cathartes aura	Zopilote aura	12	1.00	21.82
Total		**55**	**4.58**	**100.00**

En el AP se registraron tres especies de aves, con una densidad total de 4.58 ind/ha. La especie dominante fue *Pooecetes gramineus* con 27 individuos, 2.25 ind/ha y 49.09 % de densidad relativa. Le siguió *Zenaida asiatica* con 16 individuos (1.33 ind/ha; 29.09 %) y *Cathartes aura* con 12 individuos (1.00 ind/ha; 21.82 %).

La comunidad presenta una dominancia marcada de *Pooecetes gramineus*, mientras que las otras dos especies muestran menor representatividad dentro del área evaluada.

Mastofauna

Tabla IV.148. Densidad de mamíferos en el AP.

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia	Densidad Ind/ha	Densidad Relativa %
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1	0.21	12.50
Lepus californicus	Liebre cola negra	7	1.46	87.50
Total		**8**	**1.67**	**100**

En el AP se registraron dos especies de mamíferos, con una densidad total de 1.67 ind/ha. La especie dominante fue *Lepus californicus*, con 7 individuos, una densidad de 1.46 ind/ha y 87.50 % de densidad relativa. Por su parte, *Otospermophilus variegatus* presentó 1 individuo, con una densidad de 0.21 ind/ha y 12.50 % de densidad relativa.

La comunidad muestra una dominancia marcada de *Lepus californicus*, mientras que *Otospermophilus variegatus* presenta una representatividad baja dentro del área evaluada.

Índices de Biodiversidad

Índice de Shannon y Wiener

Este índice fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir en un código, por ejemplo, en las señales telefónicas (Shannon y Wiener, 1949). El índice de Shannon indica que todos los individuos que sean muestreados al azar, al momento de tomar una muestra representen a todos los de la comunidad. Este índice está descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, resultados es un valor estimado.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\mathrm{H} = -\sum_{i=1}^{S} Pi\ log_2\ Pi$$

Dónde:
H = Índice de diversidad
S = Número de especies
Pi = Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i
Log 2 = Logaritmo de base 2

$$Pi = \frac{ni}{\mathrm{N}}$$

Dónde:

ni = Número de individuos de la especie

N = Número total de individuos de todas las especies

A continuación, se muestran los resultados para el Sistema Ambiental.

Ornitofauna

Tabla IV.149. Índices de Shannon y Pielou de aves en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre Común	n	Pi	Log (Pi)	(Pi)*Ln (Pi)
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	42	0.5316	-0.6318	0.3359
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	17	0.2152	-1.5362	0.3306
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	6	0.0759	-2.5777	0.1958
Cathartes aura	Zopilote aura	12	0.1519	-1.8845	0.2863
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	2	0.0253	-3.6763	0.0931
	N	**79**			**H = 1.2416**
				H max (LnS) = 1.6094	
			Pielou (J)= H/H max = 0.7714		

En el caso de las aves registradas dentro del Sistema Ambiental, se identificaron 5 especies en los distintos transectos de muestreo. Para este grupo se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de H' = 1.2416, mientras que el valor máximo esperado de diversidad, calculado como H máx (Ln S) = 1.6094, corresponde al número total de especies registradas. El índice de equitatividad de Pielou (J = 0.7714) indica que la comunidad presenta una distribución relativamente homogénea de las abundancias, aunque con cierta tendencia a la dominancia de una o algunas especies. En conjunto, estos valores reflejan una diversidad intermedia y una estructura comunitaria moderadamente uniforme, característica de ambientes donde existe representación equilibrada de especies comunes, sin que se observe una dominancia marcada que reduzca significativamente la equidad del ensamblaje.

Mastofauna

Tabla IV.150. Índices de Shannon y Pielou de mamíferos en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre Común	n	Pi	Log (Pi)	(Pi)*Ln (Pi)
Lepus californicus	Liebre cola negra	3	0.7500	-0.2877	0.2158
Neotamias dorsalis	Chichimoco	1	0.2500	-1.3863	0.3466
	N	**4**			**H = 0.5623**
				H max (LnS)=0.6931	
			Pielou (J)= H/H max=0.8113		

Referente al índice de Shannon, éste se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, dependiendo por lo general al tipo de ecosistema. El índice de Shannon aumenta cuando existe una mayor uniformidad de las especies, aplicando el cálculo se puede demostrar que, para cualquier número de especie, hay un máximo posible (H' máx).

Se calculó la diversidad por grupo faunístico como resultado se obtuvo lo siguiente:

De acuerdo al muestreo realizado en la Cuenca Hidrográfica se pudo observar una riqueza de 7 especies, estas divididas de la siguiente manera: Reptiles y anfibios 0, Mamíferos 2 especies y Aves 5 especies.

Para el grupo de aves se obtuvo un índice de Shannon de H' = 1.2416, mientras que su límite máximo teórico fue de H'max (LnS) = 1.6094, considerando una distribución completamente equitativa de las especies registradas. Estos valores indican una diversidad media dentro del AP.

El índice de Pielou (J = 0.7714) muestra una equitatividad alta a moderada, lo que sugiere que las especies presentan una distribución relativamente homogénea, sin que exista una dominancia marcada por parte de alguna en particular. En términos ecológicos, el ensamble avifaunístico presenta una estructura estable y con adecuada representatividad de sus especies.

En cuanto al grupo de mamíferos, se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de H' = 0.5623, con un valor máximo teórico de H' máx (Ln S) = 0.6931, correspondiente al número de especies registradas. Este resultado indica una diversidad baja a moderada dentro del área evaluada, asociada a una riqueza específica limitada.

El índice de equitatividad de Pielou (J = 0.8113) señala una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre las especies presentes, lo que refleja una estructura comunitaria equilibrada, sin una dominancia marcada.

En conjunto, estos valores sugieren que, aunque el número de especies registradas es reducido, la comunidad mastofaunística presenta una organización interna estable en términos de abundancia relativa.

A continuación, se muestran los resultados para el Area del Proyecto

Ornitofauna

Tabla IV.151. Índices de Shannon y Pielou de aves en el AP.

Nombre científico	Nombre Común	n	Pi	Log (Pi)	(Pi)*Ln (Pi)
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	27	0.4909	-0.7115	0.3493
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	16	0.2909	-1.2347	0.3592
Cathartes aura	Zopilote aura	12	0.2182	-1.5224	0.3322
	N	**55**			**H=1.0406**
				H max (LnS)= 1.0986	
				Pielou (J)= H/H max= 0.9472	

En el caso de las aves registradas dentro del AP se identificaron tres especies durante el muestreo. Para este grupo se obtuvo un índice de Shannon (H) de 1.0406, mientras que la diversidad máxima teórica fue de Hmax (LnS) = 1.0986, lo que indica que la comunidad presenta una diversidad alta dentro del conjunto registrado, acercándose considerablemente al valor máximo esperado para el número de especies observadas.

En cuanto a la equitatividad de Pielou (J = 0.9472), el valor cercano a 1 indica una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies, es decir, no existe una dominancia extrema que genere desequilibrio en la comunidad. Este resultado sugiere que, aunque una especie presenta mayor abundancia, las demás mantienen una representación importante dentro del área evaluada, reflejando una estructura comunitaria equilibrada.

Mastofauna

Tabla IV.152. Índices de Shannon y Pielou de mamíferos en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre Común	n	Pi	Log (Pi)	(Pi)*Ln (Pi)
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1	0.1250	-2.0794	0.2599
Lepus californicus	Liebre cola negra	2	0.8750	-0.1335	0.1168
	N	**3**			**H= 0.3768**
				H max (LnS)= 0.6931	
				Pielou (J)= H/H max= 0.5436	

En el caso de los mamíferos registrados dentro del AP se identificaron dos especies durante el muestreo. Para este grupo se obtuvo un índice de Shannon (H) de 0.3768, mientras que la diversidad máxima teórica fue de Hmax (LnS) = 0.6931, lo que indica que la diversidad observada es inferior al máximo esperado para el número de especies registradas, reflejando una diversidad baja dentro del área evaluada.

En cuanto a la equitatividad de Pielou (J = 0.5436), el valor intermedio señala que la distribución de individuos entre ambas especies no es homogénea, evidenciando una dominancia marcada de una de ellas. Esto coincide con los resultados de abundancia y densidad relativa, donde una especie concentra la mayor proporción de individuos, reduciendo la equidad de la comunidad mastofaunística en el sitio.

Índice de Simpson

Primer índice de diversidad usado en ecología. Es conocido como la medida de concentración y refiere la probabilidad de extraer dos individuos de la misma especie, también se emplea como un índice de dominancia dada a su marcada dependencia de las especies más abundantes.

Esta cantidad se introdujo por Edward Hugh Simpson. Si *ni* es el número de individuos de especies *i* en la muestra, y *N* es el número total de todos los individuos contados, entonces es un estimado para el índice de Simpson por probar sin el remplazo.

Cuando los valores se acercan a cero significa que los ecosistemas son muy diversos o heterogéneos y cuando los valores se acercan a uno corresponden a los ecosistemas más homogéneos.

El primer paso para calcular abundancia y diversidad faunística es la captura de los datos obtenidos en el conteo directo, en la base de datos con lo siguiente: nombre común, nombre científico, número de individuos de cada especie.

- Dominancia $D = \frac{\sum n\,(n-1)}{N\,(N-1)} D = \sum (n/N)^2$
- Diversidad $D = \frac{\sum N\,(N-1)}{n\,(n-1)} D = \frac{\sum 1}{(n/N)^2} D = \frac{1-\sum n\,(n-1)}{N\,(N-1)}$

Sistema Ambiental

Ornitofauna

Tabla IV.153. Índices de Simpson de aves en el área del SA.

Nombre científico	Nombre Común	n	N*(n-1)	n/N	$(n/N)^2$
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	42	1722	0.5316	0.2827
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	17	272	0.2152	0.0463
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	6	30	0.0759	0.0058
Cathartes aura	Zopilote aura	12	132	0.1519	0.0230
Geococcyx californianus	Correcaminos norteño	2	2	0.0253	0.0007
	N	**79**		**Dominancia=0.3584**	
				Diversidad=0.6416	

En cuanto al grupo de las aves, el índice de dominancia (D = 0.3584) indica una dominancia baja a moderada, lo que sugiere que no existe una especie claramente predominante dentro del ensamble. Por su parte, la diversidad (1 – D = 0.6416) refleja una diversidad moderada, evidenciando una comunidad relativamente equilibrada y con adecuada representatividad de sus especies.

Mastofauna

Tabla IV.154. Índices de Simpson de mamíferos en el área del SA.

Nombre científico	Nombre Común	n	N*(n-1)	n/N	$(n/N)^2$
Lepus californicus	Liebre cola negra	3	6	0.7500	0.5625
Neotamias dorsalis	Chichimoco	1	0	0.2500	0.0625
	N	**4**		**Dominancia=0.6250**	
				Diversidad=0.3750	

Respecto al grupo de mamíferos, el índice de dominancia (D = 0.6250) muestra una dominancia considerable, lo que indica que una de las especies concentra una mayor proporción de los individuos registrados. En consecuencia, la diversidad (1 – D = 0.3750) es baja a moderada, lo que sugiere una comunidad menos equilibrada en comparación con las aves, con una distribución menos homogénea entre sus especies.

En términos generales, los resultados evidencian que el ensamble avifaunístico presenta una estructura más estable y diversa, mientras que la comunidad mastofaunística muestra una mayor concentración de individuos en una especie dominante dentro del área evaluada.

Area del Proyecto

Ornitofauna

Tabla IV.155. Índices de Simpson de aves en el área del AP.

Nombre científico	Nombre Común	n	N*(n-1)	n/N	$(n/N)^2$
Pooecetes gramineus	Gorrión cola blanca	27	702	0.49	0.24
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	16	240	0.29	0.08
Cathartes aura	Zopilote aura	12	132	0.22	0.05
	N	**55**		**Dominancia=0.3732**	
				Diversidad=0.6268	

Para las aves dentro del AP, el valor del índice de dominancia de Simpson (D = 0.3732) sugiere una comunidad con baja a moderada dominancia, lo que indica que ninguna especie ejerce un control marcado sobre el ensamble. Por su parte, la diversidad de Simpson (1 – D = 0.6268) refleja una diversidad moderada, evidenciando una estructura faunística relativamente equilibrada.

En conjunto, estos valores indican que, aunque existen diferencias en la abundancia relativa de las especies, la comunidad presenta una distribución más homogénea en comparación con escenarios de alta dominancia, favoreciendo una mayor estabilidad en el ensamble avifaunístico registrado en el área evaluada.

Mastofauna

Tabla IV.156. Índices de Simpson de mamíferos en el área del AP.

Nombre científico	Nombre Común	n	N*(n-1)	n/N	$(n/N)^2$
Otospermophilus variegatus	Ardillón de Rocas	1	0	0.1250	0.0156
Lepus californicus	Liebre cola negra	7	42	0.8750	0.7656
	N	**8**		**Dominancia=0.7813**	
				Diversidad=0.2188	

Para los mamíferos dentro del área de AP, el valor del índice de dominancia de Simpson (D = 0.7813) indica una alta dominancia, lo que sugiere que una sola especie concentra la mayor proporción de individuos registrados en el muestreo. Por su parte, la diversidad de Simpson (1 – D = 0.2188) refleja una diversidad baja, evidenciando una comunidad poco equilibrada.

Estos resultados muestran una estructura mastofaunística con marcada desigualdad en la abundancia relativa, donde el ensamble está fuertemente influenciado por la especie dominante, reduciendo la heterogeneidad y la equidad dentro del área evaluada.

Especies de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante la realización del presente estudio, se verificó el estatus de conservación de las especies registradas conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, no identificándose ninguna especie listada bajo alguna categoría de riesgo.

En consecuencia, las especies registradas en el área de estudio no se encuentran sujetas a protección especial, amenazadas o en peligro de extinción de acuerdo con la normatividad vigente.

Conclusión

El grupo faunístico con mayor riqueza de especies es el de aves, por el contrario, el de los anfibios y reptiles es el que posee una menor riqueza ya que no se observó ningún ejemplar de este grupo, esto tanto en el sistema ambiental como en el área del proyecto.

Las especies más abundantes en el sistema ambiental fueron *Pooecetes gramineus* y *Zenaida asiática*. Para el área del proyecto, las especies más abundantes fueron *Pooecetes gramineus* y *Zenaida asiatica*. Esto se debe principalmente a que se trata de especies gregarias, las cuales suelen encontrarse en parvadas con un gran número de individuos en el caso de las aves registradas. En cuanto a las dos especies de anfibios, su alta abundancia se explica por la época del año en que se realizó el muestreo, caracterizada por mayores precipitaciones, lo que favorece las condiciones reproductivas y la disponibilidad de hábitats temporales adecuados para estas especies.

La diversidad faunística registrada en el Sistema Ambiental y en el área del proyecto se clasifica como intermedia para aves (H' = 1.2416; J = 0.7714) y baja a moderada para mamíferos (H' = 0.5623; J = 0.8113), lo cual es consistente con una riqueza específica limitada pero con una estructura comunitaria relativamente equilibrada.

Los valores de equitatividad indican una distribución homogénea de las abundancias, sin evidencias de dominancia marcada por alguna especie en particular, lo que sugiere estabilidad en la organización interna de las comunidades registradas. Esta tendencia puede estar influenciada por factores como la estacionalidad, la disponibilidad de recursos y los patrones de comportamiento (gregarismo o reproducción) de las especies observadas.

Asimismo, la ausencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 refuerza que el ensamblaje faunístico corresponde a especies comunes del ecosistema de Matorral Desértico Micrófilo, sin presencia de taxa con categoría de riesgo.

En conjunto, los índices de diversidad (Shannon) y dominancia (Simpson) reflejan una diversidad y dominancia media en aves y baja en mamíferos, con una estructura comunitaria funcional y sin evidencia de desequilibrios ecológicos significativos dentro del área evaluada.

ANEXO 6

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se consideraron los sitios de muestreo del área de AP, ubicados en el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, vegetación que pretende ser afectada por la ejecución del proyecto.

Para estimar el número de especies esperadas a partir del muestreo, se utilizaron las curvas de acumulación de especies, utilizando el modelo de Clench o exponencial dependiendo de las caracterices del muestreo que indica: La probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo entre más tiempo se estudien en campo. Este modelo nos permitirá dar fiabilidad al muestreo y conocer si el esfuerzo aplicado en campo fue suficiente para obtener un número aceptable de especies.

El modelo de Clench o exponencial empleado para el análisis de la confiabilidad del muestreo utiliza un programa de tratamiento estadístico de datos (STATISTICA), empleando los siguientes pasos:

Se debe construir una matriz de datos, en la que las filas representan las especies y las columnas las unidades de esfuerzo de muestreo. Esta matriz puede contener datos de abundancia o, simplemente, presencias y ausencias, ya que la curva de acumulación únicamente representa la adición de especies, independientemente del número de individuos que aporten.

El archivo previamente creado es cargado en el programa EstimateS y se introduce el número de aleatorizaciones deseadas (mínimo de 100).

De la tabla de resultados nos interesan las dos primeras columnas: el número de muestras y el número de especies promedio acumuladas.

Estos resultados se exportan al programa de tratamiento estadístico de datos y se accede al módulo de Estimación No Lineal, accedemos al sub-módulo que permite introducir un modelo matemático concreto, se escribe la función deseada según la notación especifica del programa empleado. En este caso ajustando al modelo de Clench, empleando la siguiente fórmula:

v2=(a*v1) / (1+(b*v1))

Esta fórmula, utilizada como una exponencial negativa se utiliza cuando el número de sitios es menor de 30, considerándolos como muestras pequeñas. Con lo que el programa genera número de muestra, el coeficiente de determinación para esta muestra (R2), la varianza, los valores de a y b.

Un R2 cercano a 1 indica un buen ajuste del modelo a los datos. La gráfica de la función ajustada a los datos permite hacer una evaluación visual del proceso de inventariado y de su calidad. Los parámetros a y b nos permitirán calcular la pendiente al final de la curva para poder evaluar así,

de una manera más precisa y objetiva, la calidad del inventario. También podremos calcular el esfuerzo necesario para registrar una determinada proporción de la flora del lugar y, además, extrapolar el número total teórico de especies (a/b).

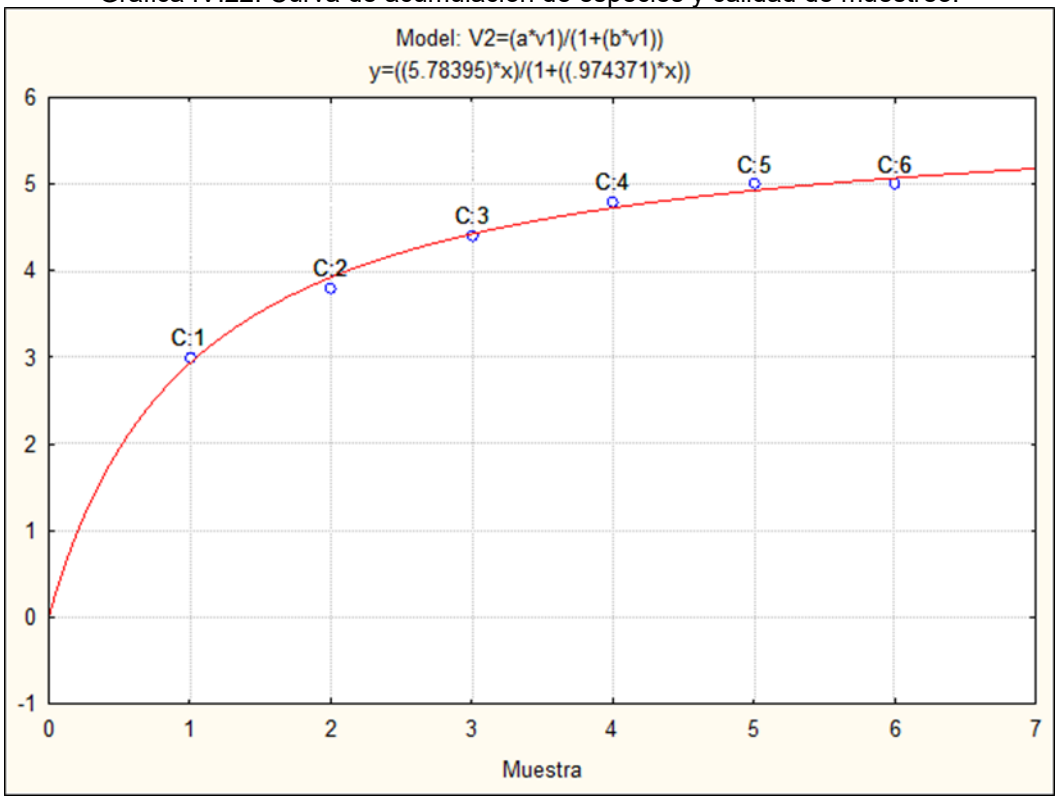
Con los datos obtenidos en el programa (a/b) se crea una matriz de datos, en donde son generados los modelos no paramétricos.

Sistema Ambiental.

Ornitofauna

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para la ornitofauna dentro del SA con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de **0.9884** lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV.22. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:
PFC = Pendiente final de la curva
a = 5.7840
b = 0.9744
n = Número de transectos (6)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	5.7840	PFC= 5.7840/ (1+0.9744*6)^2
b	0.9744	**0.123**

Está pendiente, de **0.123** nos indica que hemos logrado un inventario completo y confiable. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 5.7840
b = 0.9744

Variables		Sobs / (a/b)
a	5.7840	(5/ (5.7840/0.9744))
b	0.9744	**84%**

El resultado anterior nos indica que hemos conseguido observar el 84% de las especies presentes en la SA, por lo que se puede afirmar que hemos realizado un muestreo confiable. De acuerdo con Hortal & Lobo a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 157. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas

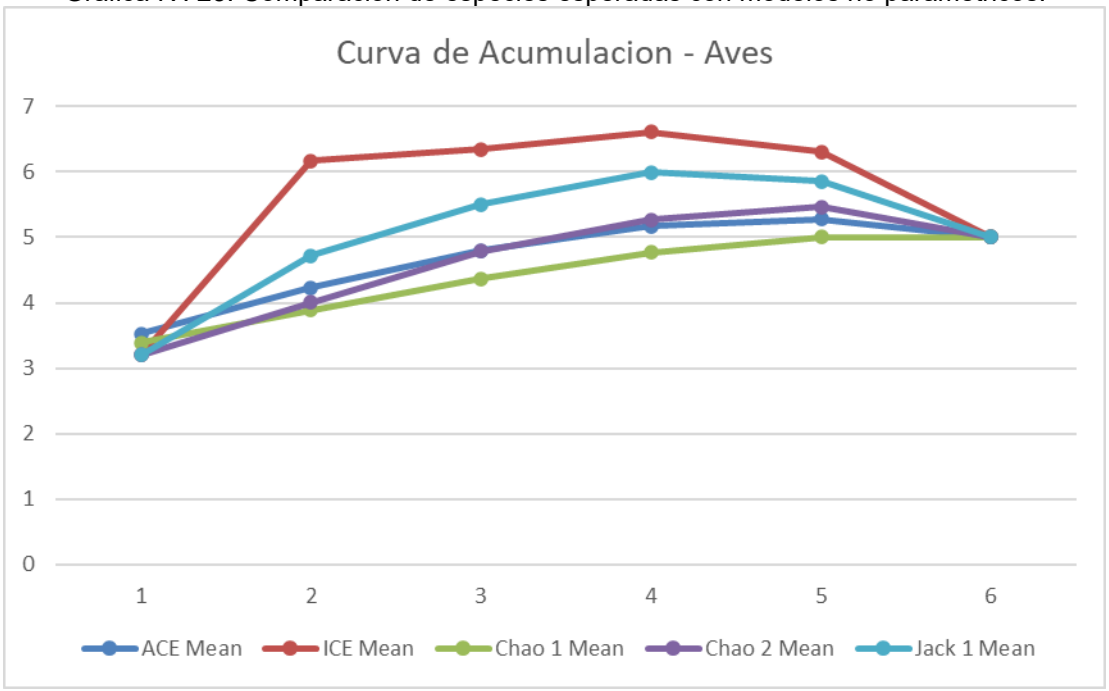
ACE	100	5
ICE	100	5
Chao 1	100	5
Chao 2	100	5
Jack 1	100	5

Como se puede observar, los valores obtenidos mediante los estimadores no paramétricos coinciden completamente con la riqueza de especies registrada durante el muestreo.

Estos resultados indican que el inventario alcanzó el 100% de representatividad, es decir, el número de especies observadas corresponde al número esperado según los modelos de estimación. En consecuencia, se puede afirmar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente y adecuado, ya que no se proyecta la presencia de especies adicionales no detectadas dentro del área evaluada.

En términos estadísticos, esto refleja una cobertura completa del ensamble avifaunístico presente en el sitio durante el periodo de estudio.

Gráfica IV. 23. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

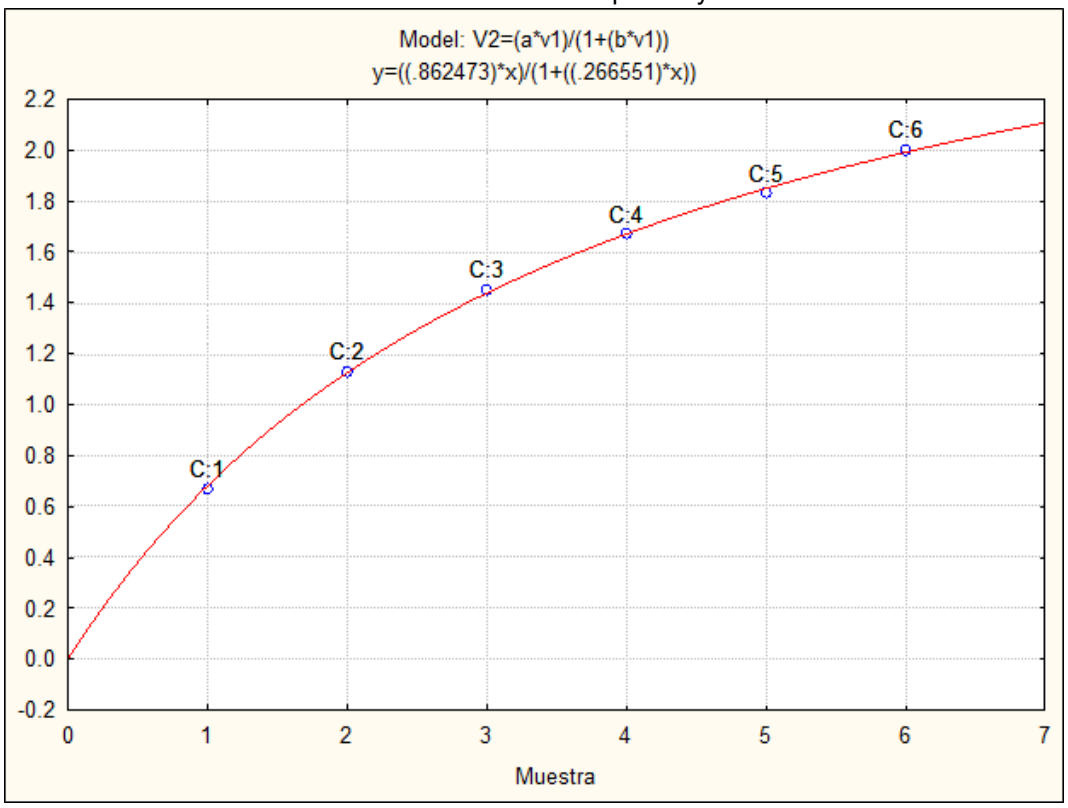


El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico indicando que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo no se incrementará el número de especies, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

Mastofauna

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para la mastofauna dentro del SA con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de 0.9993 lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV.24. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:
PFC = Pendiente final de la curva
a = 0.8625
b = 0.2666
n = Número de transectos (6)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	0.8625	PFC= 0.8625/ (1+0.2666*6)^2
b	0.2666	**0.128**

Está pendiente, de 0.128 nos indica que hemos logrado un inventario confiable. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 0.8625
b = 0.2666

Variables		Sobs / (a/b)
a	0.8625	(2/ (0.8625/0.2666))
b	0.2666	**62%**

El resultado obtenido indica que se logró registrar el 62% de las especies estimadas para el área del SA, lo que sugiere un nivel de representatividad moderado del ensamble mastofaunístico presente. Si bien el porcentaje no supera el 70% señalado por Hortal & Lobo como umbral a partir del cual las estimaciones de riqueza tienden a estabilizarse, el muestreo puede considerarse aceptable bajo las condiciones del sitio.

Es importante señalar que la zona de estudio se encuentra cercana a áreas con actividad de construcción, presencia de rancherías y circulación vehicular intermitente, factores que generan perturbación constante (ruido, tránsito y actividad humana). Estas condiciones pueden influir en la detectabilidad de los mamíferos, ya que muchas especies tienden a reducir su actividad superficial o desplazarse hacia áreas con menor disturbio, disminuyendo así la probabilidad de registro durante el periodo de muestreo.

En este contexto, el porcentaje obtenido no necesariamente refleja baja diversidad, sino una posible subdetección asociada a factores antrópicos y conductuales propios del grupo, particularmente considerando que varios mamíferos presentan hábitos crípticos o mayor actividad nocturna.

Comparación con modelos no paramétricos
Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las

muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 158. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

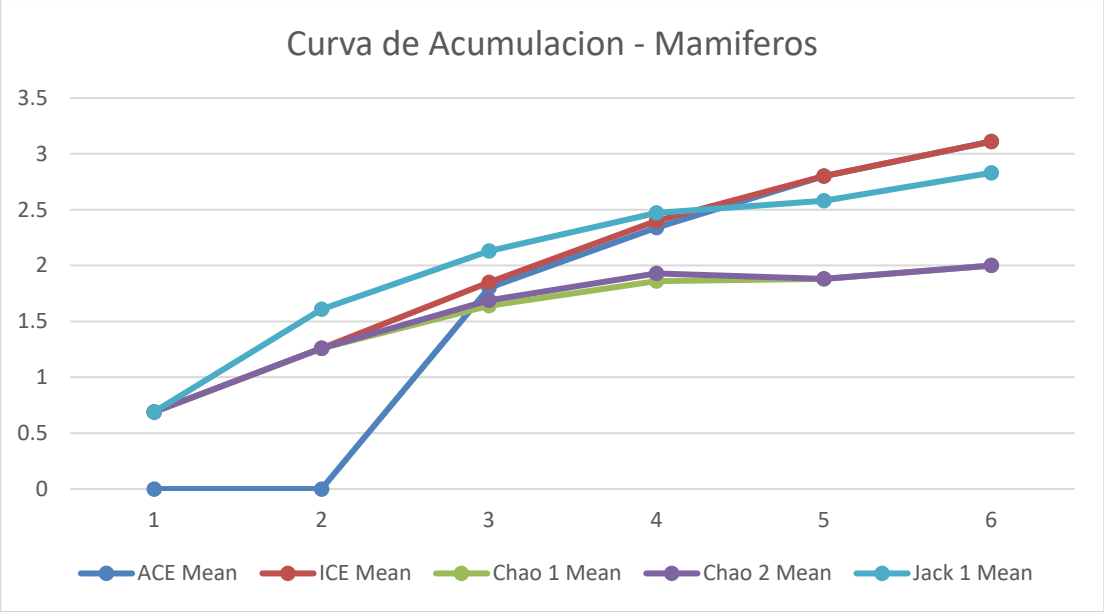
Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	64	3.11
ICE	64	3.11
Chao 1	100	2
Chao 2	100	2
Jack 1	71	2.83

Los estimadores de riqueza muestran resultados diferenciados pero complementarios. Los valores de ACE = 64% e ICE = 64% indican una representatividad moderada del inventario, sugiriendo la posible presencia de especies de baja frecuencia o con menor detectabilidad dentro del área de estudio.

Por su parte, los estimadores Chao 1 = 100% y Chao 2 = 100% señalan que, con base en las especies raras registradas, la riqueza observada podría estar cercana a la esperada bajo el esfuerzo de muestreo aplicado. Sin embargo, el estimador Jackknife 1 = 71% sugiere que aún podría existir un pequeño porcentaje de especies no detectadas.

En conjunto, estos resultados indican que el inventario mastofaunístico presenta una completitud moderada, con evidencia de que el esfuerzo de muestreo fue adecuado pero susceptible de mejora. Se recomienda, para aumentar la certidumbre en la estimación de riqueza, incrementar el esfuerzo muestral, diversificar las técnicas de detección y considerar muestreos en distintas temporadas, particularmente debido a los hábitos crípticos y patrones de actividad nocturna característicos de varios mamíferos presentes en la región.

Gráfica IV. 25. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.



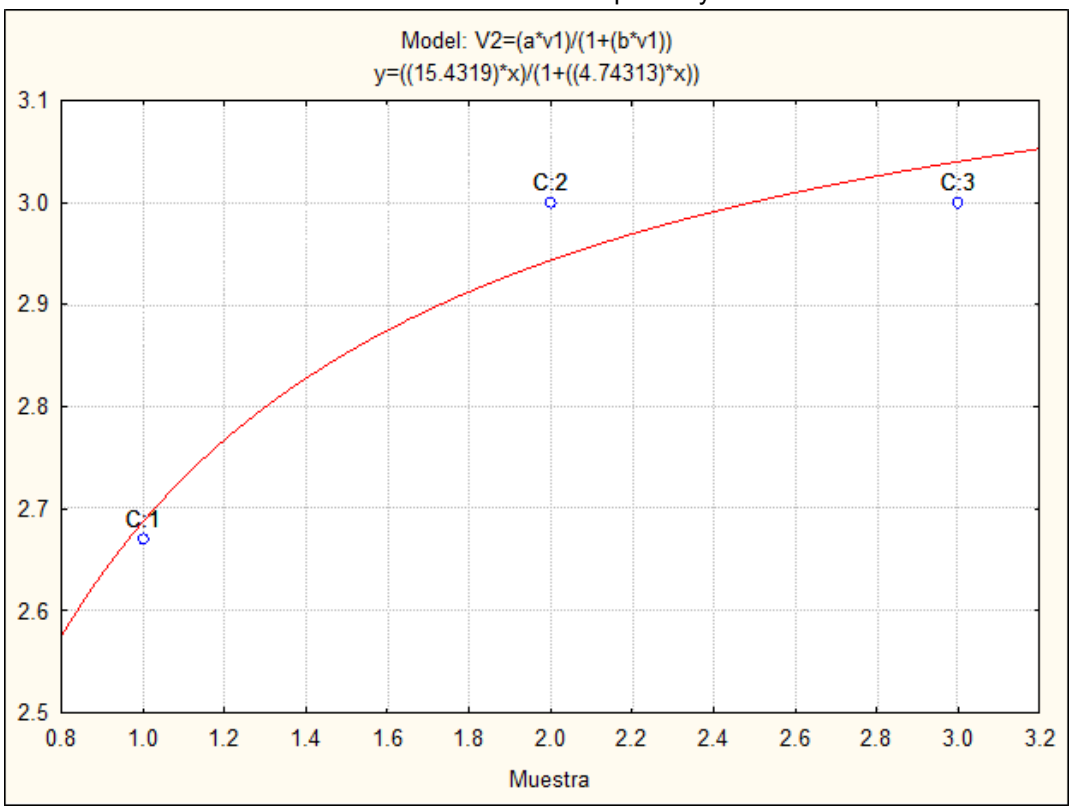
El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico indicando que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo no se incrementará el número de especies, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

Area del Proyecto

Onitofauna

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para la ornitofauna dentro del SA con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de 0.9884 lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV.26. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:

PFC = Pendiente final de la curva
a = 15.4319
b = 4.7431
n = Número de transectos (6)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	15.4319	PFC= 15.4319/ (1+4.7431*3)^2
b	4.7431	**0.067**

Está pendiente, de 0.067 nos indica que hemos logrado un inventario completo y confiable. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 15.4319
b = 4.7431

Variables		Sobs / (a/b)
a	15.4319	(3/ (15.4319/4.7431))
b	4.7431	**92%**

El resultado anterior nos indica que hemos conseguido observar el 92% de las especies presentes en SA, por lo que se puede afirmar que hemos realizado un muestreo confiable. De acuerdo con Hortal & Lobo a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 159. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

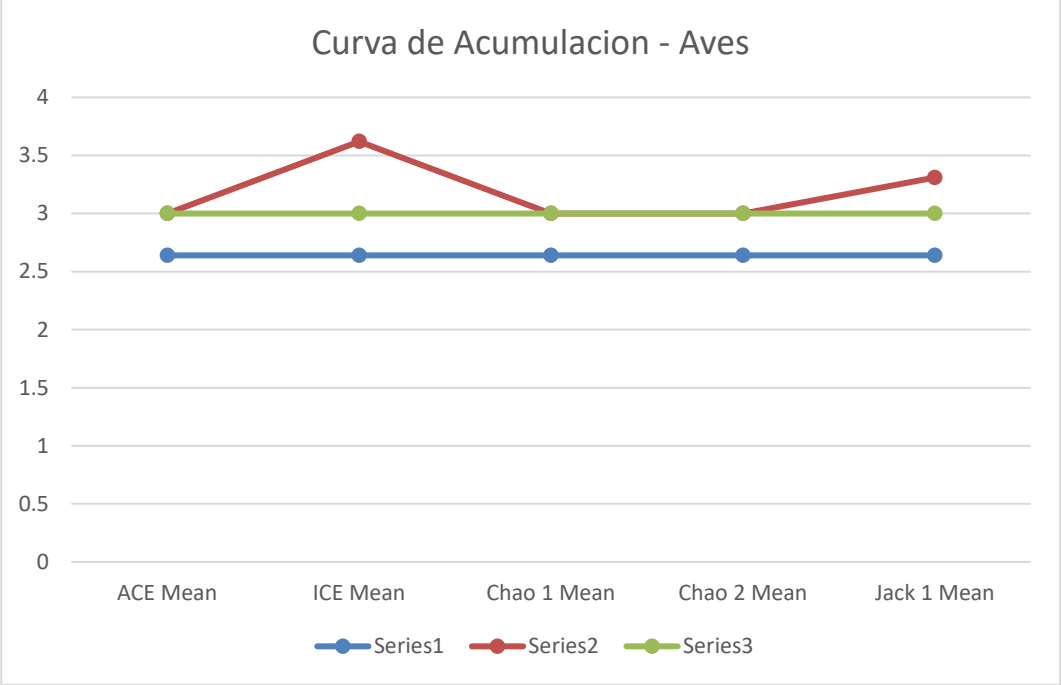
Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. de especies esperadas
ACE	100	3
ICE	100	3
Chao 1	100	3
Chao 2	100	3
Jack 1	100	3

Como se puede observar, los valores obtenidos mediante los estimadores no paramétricos coinciden completamente con la riqueza de especies registrada durante el muestreo.

Estos resultados indican que el inventario alcanzó el 100% de representatividad, es decir, el número de especies observadas corresponde al número esperado según los modelos de estimación. En consecuencia, se puede afirmar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente y adecuado, ya que no se proyecta la presencia de especies adicionales no detectadas dentro del área evaluada.

En términos estadísticos, esto refleja una cobertura completa del ensamble avifaunístico presente en el sitio durante el periodo de estudio.

Gráfica IV. 27. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

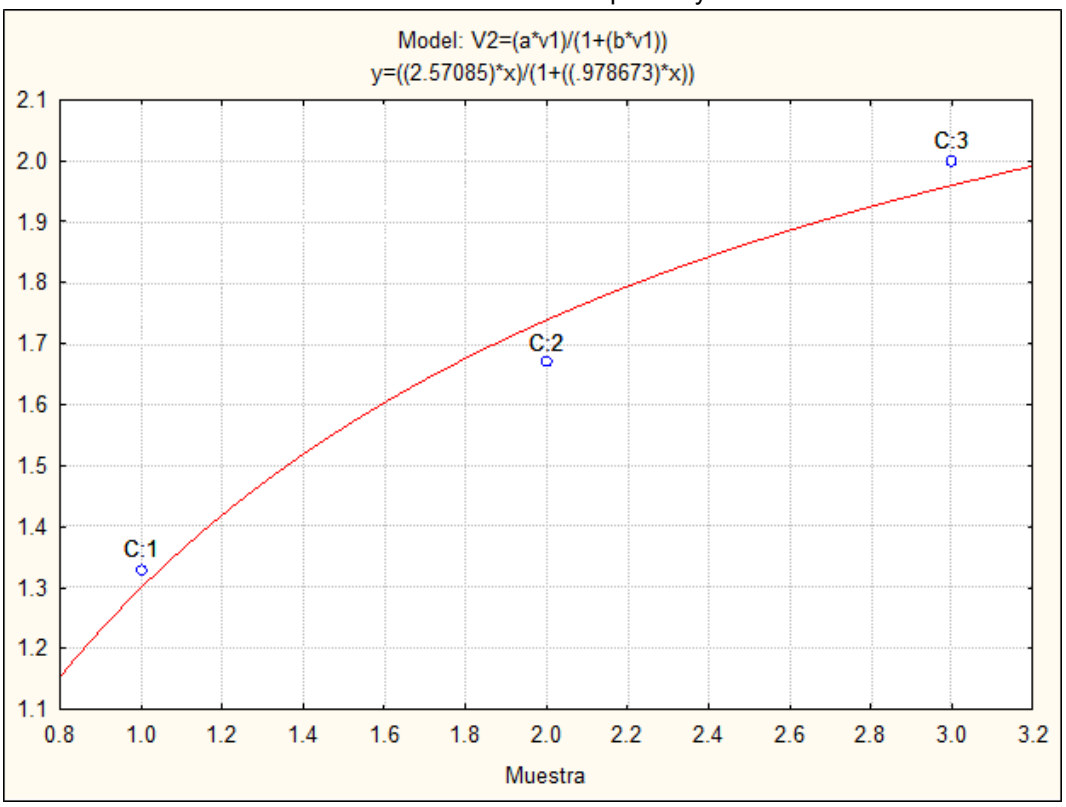


El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico indicando que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo no se incrementará el número de especies, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

Mastofauna

El siguiente gráfico muestra la curva de acumulación de especies para la mastofauna dentro de SA con base en los resultados del modelo. El eje de las X indica las unidades de muestreo, mientras que en el eje de las Y se presenta el número de especies encontradas para cada unidad de esfuerzo. El comportamiento de la curva indica un incremento en el número de especies añadidas al inventario según el esfuerzo de muestreo, tendiendo a una estabilización en la curva. El coeficiente de determinación para esta muestra (R2) es de 0.9675 lo que nos indica un buen ajuste del modelo.

Gráfica IV.28. Curva de acumulación de especies y calidad de muestreo.



Para evaluar la calidad del muestreo se calculó la pendiente final de la curva utilizando la siguiente formula:

$$PFC = a/(1+b \cdot n)2$$

Dónde:
PFC = Pendiente final de la curva
a = 2.5709
b = 0.9787
n = Número de transectos (6)

Variables		PFC = a/(1+b·n)2
a	2.5709	PFC= 2.5709/ (1+0.9787*6)^2
b	0.9787	**0.166**

Está pendiente, de 0.166 nos indica que hemos logrado un inventario confiable. Este resultado sustentado en la literatura "Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos" Alberto Jiménez-Valverde & Joaquín Hortal, 2013, donde se menciona que resultados de 0.1 o menores, representan confiablidad.

Sobs/(a/b)

Dónde:
Sobs = Especies Observadas
a = 2.5709
b = 0.9787

Variables		Sobs / (a/b)
a	0.8625	(2/ (0.5709/0.9787))
b	0.2666	**76%**

El resultado obtenido indica que se logró registrar el 76% de las especies estimadas para el área del SA, lo que sugiere un nivel de representatividad alto del ensamble mastofaunístico presente. Este porcentaje supera el umbral del 70% señalado por Hortal & Lobo, a partir del cual las estimaciones de riqueza tienden a estabilizarse, por lo que el muestreo puede considerarse estadísticamente confiable y suficientemente representativo bajo las condiciones del sitio.

Es importante señalar que la zona de estudio se encuentra cercana a áreas con actividad de construcción, presencia de rancherías y circulación vehicular intermitente, factores que generan perturbación constante (ruido, tránsito y actividad humana). Estas condiciones pueden influir en la detectabilidad de los mamíferos, ya que algunas especies tienden a modificar sus patrones de actividad o desplazarse hacia zonas con menor disturbio.

En este contexto, aunque el porcentaje obtenido indica una cobertura adecuada del inventario, es posible que aún exista una ligera subdetección asociada a factores antrópicos y a características conductuales propias del grupo, particularmente considerando que varios mamíferos presentan hábitos crípticos y actividad predominantemente nocturna.

Comparación con modelos no paramétricos

Para determinar la fiabilidad de nuestro muestreo, se realizó una comparación con los modelos no paramétricos, ACE (Estimador que se utiliza cuando se obtiene abundancia), Chao 1 (Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras) y Jack 1 (Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras) obteniendo los siguientes resultados.

Tabla IV. 160. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.

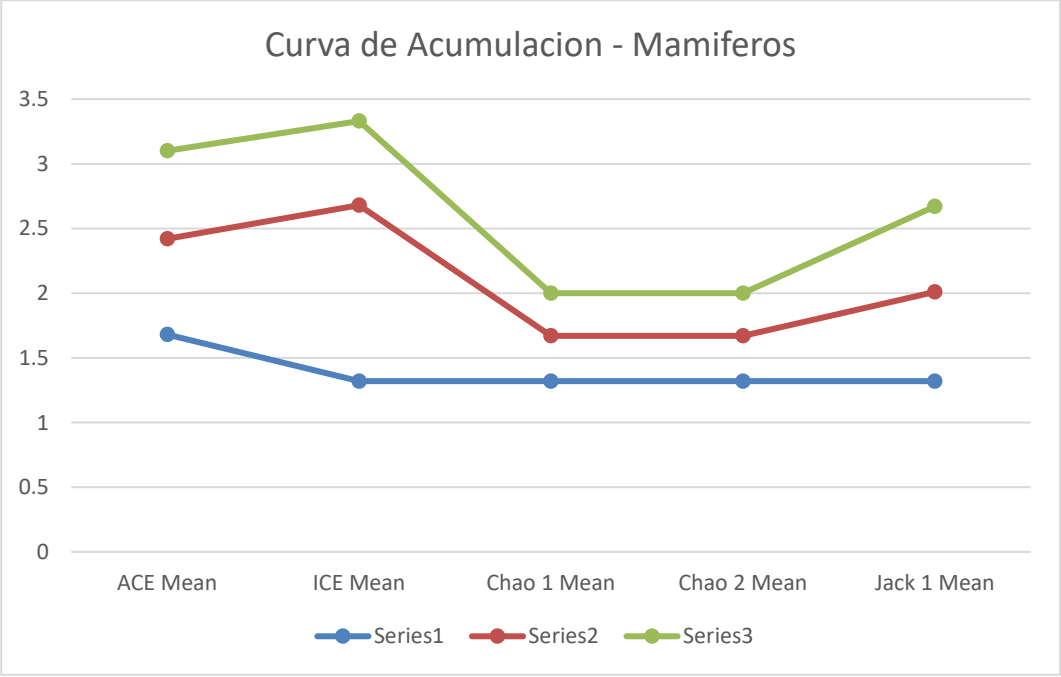
Modelo no paramétrico	Porcentaje de especies encontradas	No. De especies esperadas
ACE	65	3.1
ICE	60	3.33
Chao 1	100	2
Chao 2	100	2
Jack 1	75	2.67

Los estimadores de riqueza presentan valores diferenciados pero complementarios. Los índices ACE = 65% e ICE = 60% indican una representatividad moderada del inventario, sugiriendo la posible existencia de especies de baja frecuencia o difícil detectabilidad dentro del área de estudio.

Por su parte, los estimadores Chao 1 = 100% y Chao 2 = 100% señalan que, con base en la presencia de especies raras registradas, la riqueza observada podría corresponder a la riqueza esperada bajo el esfuerzo de muestreo aplicado. Asimismo, el estimador Jackknife 1 = 75% sugiere una cobertura alta, aunque aún con posibilidad de incorporar algunos registros adicionales mediante un mayor esfuerzo de muestreo.

En conjunto, los resultados indican que el inventario mastofaunístico presenta una completitud moderada a alta, con evidencia de que el esfuerzo realizado fue adecuado, pero susceptible de mejora. Se recomienda incrementar el esfuerzo muestral y considerar muestreos en distintas temporadas, especialmente debido a los hábitos crípticos, patrones nocturnos de actividad y posible influencia de perturbaciones antrópicas en la detectabilidad de las especies.

Gráfica IV. 29. Comparación de especies esperadas con modelos no paramétricos.



El eje de las Y es definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. La curva de acumulación adquiere un comportamiento asintótico indicando que, aunque se aumente el número de unidades de muestreo no se incrementará el número de especies, por lo que podemos afirmar que tenemos una confiabilidad adecuada de nuestro muestreo.

IV.2.3 Paisaje

El paisaje es un elemento importante a considerar como parte del entorno ambiental, este aspecto, aunque puede considerarse subjetivo es de gran relevancia en la percepción general del proyecto. Se reconoce como paisaje a toda manifestación espacial y visual del medio, cuya imagen da cuenta del resultado de las interrelaciones de los factores que lo conforman. Esto, unido a los patrones estéticos de visualización, permite la comprensión integral del territorio.

Este paisaje se genera a partir de lo que un "observador" es capaz de percibir de ese territorio fundamentalmente por su visión y los demás sentidos. En este caso la aproximación al paisaje es desde dentro del propio terreno, y lo que importa no es tanto el conjunto del paisaje-territorio como la parte de él que se muestra al espectador, es decir, el entorno visual que logra percibir desde su punto de observación (cuenca visual).

La evaluación que se muestra a continuación considera, entre otros atributos, la caracterización de su fragilidad y calidad visual del paisaje, correspondiente al proyecto "Residencial Chihuahua III"

IV.2.3.1 Metodología

Los métodos generales aplicados para definir el paisaje son los utilizados por el Servicio Forestal de los EE.UU, (USDA, Forest Servide 1974) y Bureau of Land Management de EEUU (1980), este análisis considera, la caracterización de su visibilidad, fragilidad y calidad.

La metodología, se basa primeramente en una inspección general del sitio para la observación directa, a partir de ésta se definen tramos con vistas importantes o cuencas visuales que requieren de un estudio.

Adicionalmente, se tomaron fotografías panorámicas y puntuales del paisaje, mediante estas imágenes visuales representativas se hará la evaluación del paisaje tomando en cuenta los siguientes tres planos de visualización:

a. **Primer plano**: Corresponde a las zonas ubicadas entre 0 y 500 m. desde el punto de observación. Se caracteriza por la clara percepción de contrastes cromáticos e irregularidades en la superficie, formas y líneas;
b. **Plano medio o fondo escénico**: Se localiza entre 500 y 2,000 m. desde el punto de observación. Permite la percepción de formas generales y líneas. Pierde nitidez la rugosidad del terreno;

c. **Plano de fondo.** Se localiza a más de 2,000 m desde el punto de observación. En general los colores se vuelven más pálidos, la textura es de grano más fino y las líneas se debilitan.

Los componentes que configuran el paisaje se determinaron analizando 2 elementos que son la calidad visual y fragilidad visual, calificándolos en niveles alto, medio y bajo básicamente.

Se entenderá por **calidad visual** a la belleza o valor escénico que posee un paisaje en un momento determinado y previo a cualquier tipo de modificación.

La **fragilidad visual** es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad.

Tabla IV. 161. Evaluación de la calidad visual.

Nivel De Percepción	Componente Valorado	Calidad Visual Alta	Media	Baja
Características Intrínsecas	Relieve o Topografía	Estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes, con fuertes contrastes o jerarquía visual.	Estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado. Sin destacar rasgos apreciables.	Dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
	Fauna	Presencia de fauna en los puntos de observación.	Presencia de fauna esporádica en los puntos de observación.	Ausencia de fauna en los puntos de observación.
	Vegetación	Cubierta vegetal de importancia estética por su contraste de formas, textura y color.	Cubierta vegetal de poca significancia en la configuración por presentar poco contraste y formas comunes.	Cubierta vegetal aislada, ausencia de vegetación o de homogeneidad de formas, colores y texturas.
	Presencia de cuerpos de Agua	Dominancia en la configuración del paisaje, agua limpia y clara, láminas en reposo. Fuerte contraste con el resto de los componentes.	Influencia media en la configuración del paisaje, contraste no sobresaliente.	Ausencia de cuerpos de agua o baja influencia en la configuración del paisaje.
	Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca, vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste; colores homogéneos o continuos.
	Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Paisajes característicos, pero similares a otros de la región.	Paisaje común; inexistencia de elementos únicos o singulares.
	Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.

Tabla IV. 162 evaluación de la fragilidad visual.

Actores	Elementos de influencia	Definición		
		Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Plano fisiográfico de dominancia vertical. Pendientes de más de un 30%.	Terrenos con modelado suave u ondulado. Pendientes entre 15% y 30%.	Planos de dominancia horizontal. Pendientes entre 0% y 15%.
	Densidad de vegetación	Grandes espacios sin vegetación, agrupaciones aisladas o escasez de diversidad de estratos	Cubierta vegetal discontinua o poca diversidad de estratos.	Grandes masas boscosas o gran diversidad de estratos.
	Contraste de vegetación	Vegetación mono específica, escasez de diversidad o contrastes poco evidentes.	Diversidad de especies media o con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alto grado en variedad de especies, con contrastes fuertes y de gran estacionalidad.
	Altura de vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, sin sobrepasar 1 m de altura.	No hay gran altura de las masas (< 4 m) ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 4 m
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (> 2000 m).
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares; mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales. Incidencia visual alta.	Vistas simples o múltiples. El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombras o de menor incidencia visual.
Singularidad	Unicidad de paisaje	Existencia y/o cercanía de paisajes singulares, notables, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Existencia y/o cercanía de paisajes de importancia, pero habituales, sin presencia de elementos singulares.	Existencia y/o cercanía de paisajes comunes. Sin riqueza visual o muy alterados.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción desde principales caminos o rutas turísticas.	Visibilidad media desde principales caminos o rutas turísticas, ocasional; combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad, vistas repentinas, escasas o breves desde principales caminos o rutas turísticas.

IV.2.3.2. Evaluación

Todas las cuencas visuales se muestran por medio de imágenes, mediante las cuales se realizó la evaluación visual y representativa del Sistema Ambiental.

Figura IV. 43. Ubicación de las cuencas visuales.

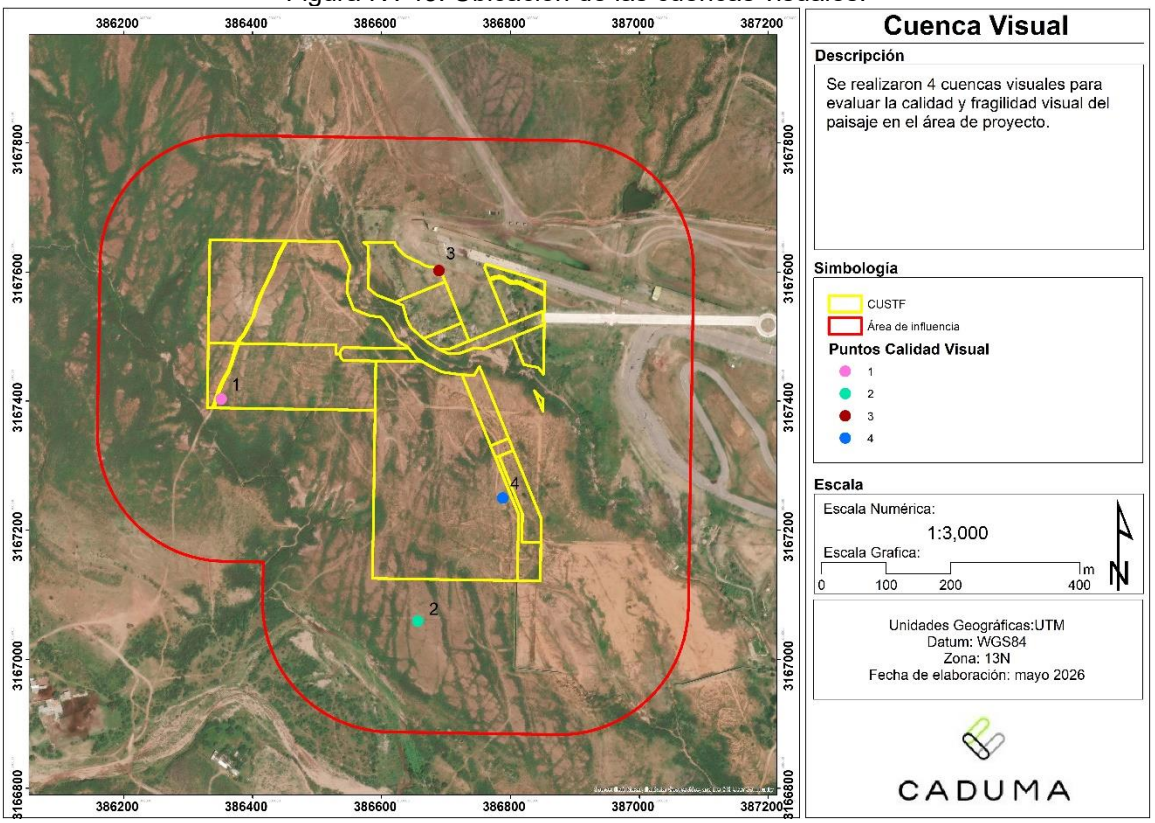


Tabla IV. 163. Evaluación de la calidad y fragilidad visual.

Cuenca Visual	Coordenadas	
	X	Y
1	386689.19	3167602.26
2	386351.54	3167403.37
3	386788.00	3167249.97
4	386656.39	3167059.24

Cuenca visual 1

La cuenca visual presenta una marcada dominancia del plano horizontal, caracterizada por extensas áreas de pastizal seco que se extienden de manera continua hacia elevaciones suaves en el fondo escénico. El relieve muestra lomeríos de pendiente moderada, sin elementos abruptos o sobresalientes que generen puntos focales de interés visual.

La cubierta vegetal se compone principalmente de estrato herbáceo seco con presencia dispersa de arbustos bajos, lo que evidencia una estructura simple con escasa diversidad de estratos. El

contraste cromático es limitado, predominando tonalidades ocres y amarillentas propias de la estacionalidad, lo que reduce la riqueza visual del paisaje.

No se observan elementos singulares, hitos paisajísticos ni presencia evidente de fauna en los puntos de observación. En general, el paisaje corresponde a un entorno común del matorral y pastizal árido, con configuración homogénea y sin componentes visuales sobresalientes que incrementen su calidad escénica.

Figura IV. 44. Coordenadas y orientación de las cuencas visuales.



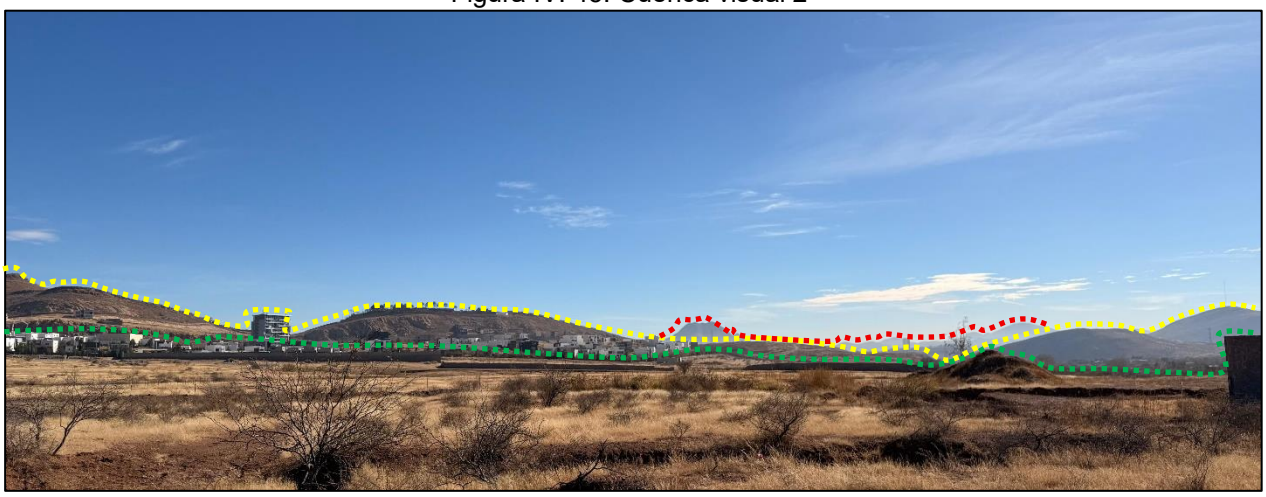
Cuenca visual 2

La cuenca visual mantiene una dominancia del plano horizontal en primer término, conformado por pastizal seco con presencia dispersa de arbustos bajos, lo que genera una estructura vegetal simple y de escasa diversidad estratificada. El contraste cromático es limitado, predominando tonalidades ocres asociadas a condiciones de estacionalidad y sequedad.

A diferencia del paisaje anterior, en el plano medio se observa la presencia de elementos antrópicos, como desarrollos habitacionales e infraestructura urbana, los cuales introducen una ruptura visual en la continuidad natural del entorno. Estos elementos generan contraste estructural y volumétrico respecto al relieve natural, aunque no constituyen hitos paisajísticos de valor escénico sobresaliente.

El fondo escénico está conformado por lomeríos y sierras de pendiente suave a moderada, que delimitan la cuenca visual y aportan profundidad, sin presentar rasgos geomorfológicos singulares o dominantes. No se aprecia fauna en los puntos de observación.

Figura IV. 45. Cuenca visual 2



Cuenca visual 3

La cuenca visual presenta una marcada dominancia del plano horizontal, conformada por extensas áreas de pastizal seco con presencia dispersa de arbustos de porte bajo, lo que evidencia una estructura vegetal simple y con baja estratificación. La configuración del relieve es suave, con lomeríos de escasa pendiente que delimitan el horizonte sin generar elementos geomorfológicos sobresalientes o hitos visuales dominantes.

La cubierta vegetal muestra poca diversidad estructural y cromática, predominando tonalidades ocres y amarillentas asociadas a condiciones de estacionalidad y baja humedad. El contraste es limitado y la composición general del paisaje resulta homogénea, sin elementos singulares que incrementen la riqueza escénica.

No se observa presencia de fauna en los puntos de observación ni infraestructura relevante que modifique significativamente la percepción visual. En términos generales, el paisaje corresponde a un entorno característico del matorral y pastizal árido, con calidad visual media a baja debido a la uniformidad de su cobertura vegetal y la ausencia de componentes distintivos.

Figura IV. 46. Cuenca visual 3



Cuenca visual 4

La cuenca visual presenta una amplitud considerable, con predominancia del plano horizontal en primer término, compuesto por pastizal seco con presencia dispersa de arbustos aislados. La vegetación mantiene una estructura simple y poco estratificada, característica de ambientes semiáridos.

En el plano medio se observa continuidad del pastizal y ligeras ondulaciones del terreno, mientras que en el fondo escénico destacan sierras y lomeríos de mayor presencia visual que en las imágenes anteriores, generando mayor profundidad y jerarquía paisajística. Estos elementos topográficos aportan un punto focal natural que incrementa ligeramente la calidad escénica del sitio.

La iluminación solar, visible en la parte superior del encuadre, intensifica los contrastes y resalta las tonalidades doradas del pastizal, generando una percepción visual más dinámica. Aunque existe presencia puntual de infraestructura lineal (postes o cercos), esta no domina la composición general.

No se registra presencia observable de fauna. En términos generales, el paisaje corresponde a un entorno semiárido con mayor apertura visual y profundidad escénica respecto a los puntos anteriores, presentando una calidad visual media, influida positivamente por el relieve de fondo y las condiciones de iluminación.

Figura IV. 47. Cuenca visual

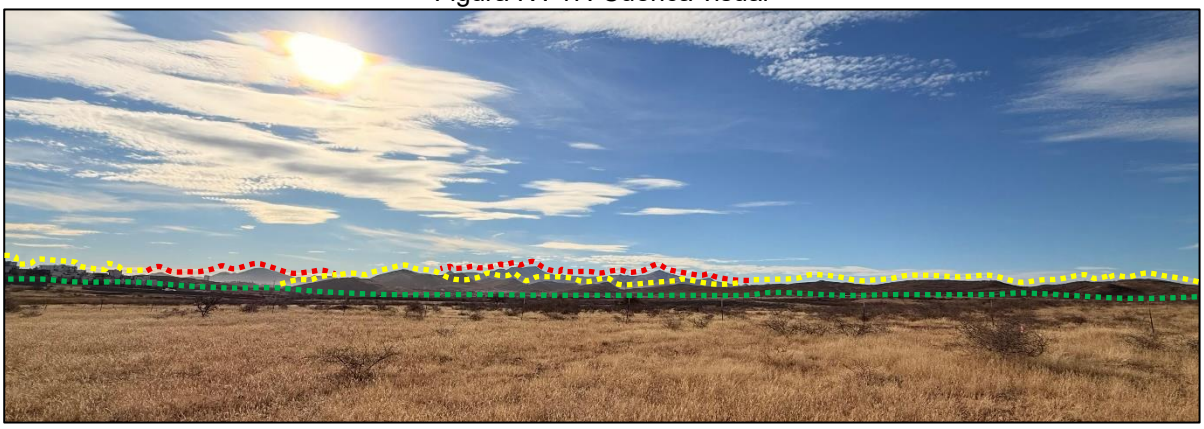


Tabla IV. 164. Evaluación de Calidad Visual.

Conceptos	Cuencas Visuales 1	2	3	4	Niveles Totales
Relieve o Topografía	A	M	M	M	M
Fauna	B	B	B	B	B
Vegetación	M	M	M	M	M
Presencia de cuerpos de Agua	B	B	B	B	B
Variabilidad cromática	B	B	B	B	B
Singularidad o rareza	B	B	B	B	B
Acción Antrópica	M	B	A	A	A
Calidad Visual					**Baja**

Tabla IV. 165. Evaluación de Fragilidad Visual.

Elementos de influencia	Cuencas Visuales 1	2	3	4	Niveles Totales
Pendiente	M	M	M	M	M
Densidad de vegetación	M	M	M	M	M
Contraste de vegetación	A	A	A	A	A
Altura de la vegetación	M	M	M	M	M
Tamaño de la cuenca visual	B	B	B	B	B
Forma de la cuenca visual	M	M	M	M	M
Compacidad	M	A	A	A	A
Unidad de paisaje	B	B	B	B	B
Visual	A	A	A	A	A
Fragilidad Visual					**Media**

IV.2.3.3. Conclusión de Paisaje

Las cuencas visuales presentan una marcada dominancia de planos horizontales, con pendientes predominantes entre 0 y 30%. La cubierta vegetal muestra poca significancia en la configuración escénica debido al bajo contraste, formas comunes y limitada variedad e intensidad cromática entre suelo, roca y vegetación. Se observa vegetación dispersa, ausencia de cuerpos de agua y falta de registros de fauna en los puntos de observación.

En algunos puntos de la cuenca visual se identifica la presencia de actividad antrópica, principalmente asociada a infraestructura y desarrollos urbanos en el plano medio o de fondo, lo cual introduce elementos de contraste estructural respecto al entorno natural. No obstante, estos componentes no constituyen hitos visuales dominantes ni modifican de manera sustancial la configuración general del paisaje.

En términos generales, los escenarios corresponden a paisajes comunes del entorno semiárido, con limitada riqueza visual y escasa complejidad estructural.

La evaluación realizada indica que la calidad visual es baja y la fragilidad visual es media, lo que determina una sensibilidad paisajística media para el proyecto "Residencial Chihuahua III".

IV.2.4 Medio socioeconómico

El proyecto de "Complejo ambiental de Gestión de Residuos del Municipio de Chihuahua", cuya área en estudio se ubica en el Municipio de Chihuahua, perteneciente al estado de Chihuahua.

a) Aspectos Demográficos

De acuerdo con el Censo de Población Chihuahua 2020, el municipio posee una población de acuerdo a los datos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV. 166. Habitantes del municipio de Chihuahua.

Municipio	No. habitantes	Hombres	Mujeres
Chihuahua	937,674	457,240	480,434

Fuente: INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Chihuahua 2020.

La población total del municipio de Chihuahua tiene un total de 937,674 habitantes, de los cuales, el 46.96% son hombres y el 49.34% son mujeres.

Evolución demográfica

De acuerdo a la información que muestra el consejo nacional de población, se muestran los datos del municipio de Chihuahua acerca de la proyección de población de los años siguientes de corto y largo plazo.

Tabla IV. 167. Proyecciones de la población del municipio de Chihuahua.

Año	No. Habitantes
2030	10.3%
2050	17.1%

Fuente: SEDATU.

Natalidad y mortalidad

En el Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua 2017 menciona que en el año 2016 el municipio de Chihuahua registró un total de 14 904 nacimientos de los cuales 7 624 son hombres y 7 280 son mujeres. En el caso de las defunciones, en el año 2015 se registraron 5 405 de los cuales 3 018 son hombres y 2 381 mujeres.

b) Factores socioculturales

Actividades Económicas

En el municipio de Chihuahua las actividades económicas se concentran un 41.8% en el Comercio al por menor, continua con 17.9% en otros servicios excepto actividades gubernamentales, continua con el Servicio de Alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas con el 41.1%, en 4to lugar se ubica la industria manufacturera.

Índice de marginación

La estimación del índice de marginación se evalúa aspectos que tiene la población, como el nivel educativo, si tiene vivienda y de que materiales está construida, servicios de los que dispone la localidad, así como la densidad de población, las personas que tienen empleo y su salario. El siguiente recuadro muestra los indicadores socioeconómicos, así como el índice y grado de marginación en que se encuentra el municipio de Chihuahua.

Cobertura de Servicios Básicos

Vivienda

Según datos del Anuario Estadístico de Chihuahua 2020 en el municipio de Chihuahua se tienen registradas 1 033 216 total de viviendas habitadas, con 877 939 ocupantes.

Energía eléctrica

El municipio de Chihuahua posee un total de 322 763 usuarios que disponen de energía eléctrica, lo cual significa que el 36.75% de la población total (878 062) cuenta con disponibilidad de energía eléctrica al 31 de diciembre del 2016.

Sistema y cobertura de la seguridad social

De acuerdo a los datos del Anuario Estadístico y Geográfico de Chihuahua en el 2017, la población derechohabiente atendida por las instituciones de seguridad social ubicadas dentro del municipio de Chihuahua es el siguiente:

Tabla IV. 168. Unidades médicas y población usuaria en el municipio de Chihuahua

Institución	Unidades médicas	Población usuaria	Personal médico
IMSS	9	542904	1057
ISSTE	2	ND	217
PEMEX	0	1472	0
SEDENA	4	5491	41
Pensiones Civiles	1	48824	336
IMSS – Prospera	2	ND	2
SSA	28	ND	585
ICHISAL	3	26216	618

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua, 2015.

Educación

La infraestructura educativa y docente respecto al número de alumnos inscritos es suficiente para atender las necesidades de la población del municipio hasta el nivel bachillerato.

Tabla IV. 169. Escuelas existentes en el Municipio de Chihuahua.

Escolaridad	Alumnos	Docentes
Preescolar	34460	1417

Primaria	90655	3530
Secundaria	43621	2712
Bachillerato	27007	1723
Superior	14421	2601
TOTAL	**210164**	**11983**

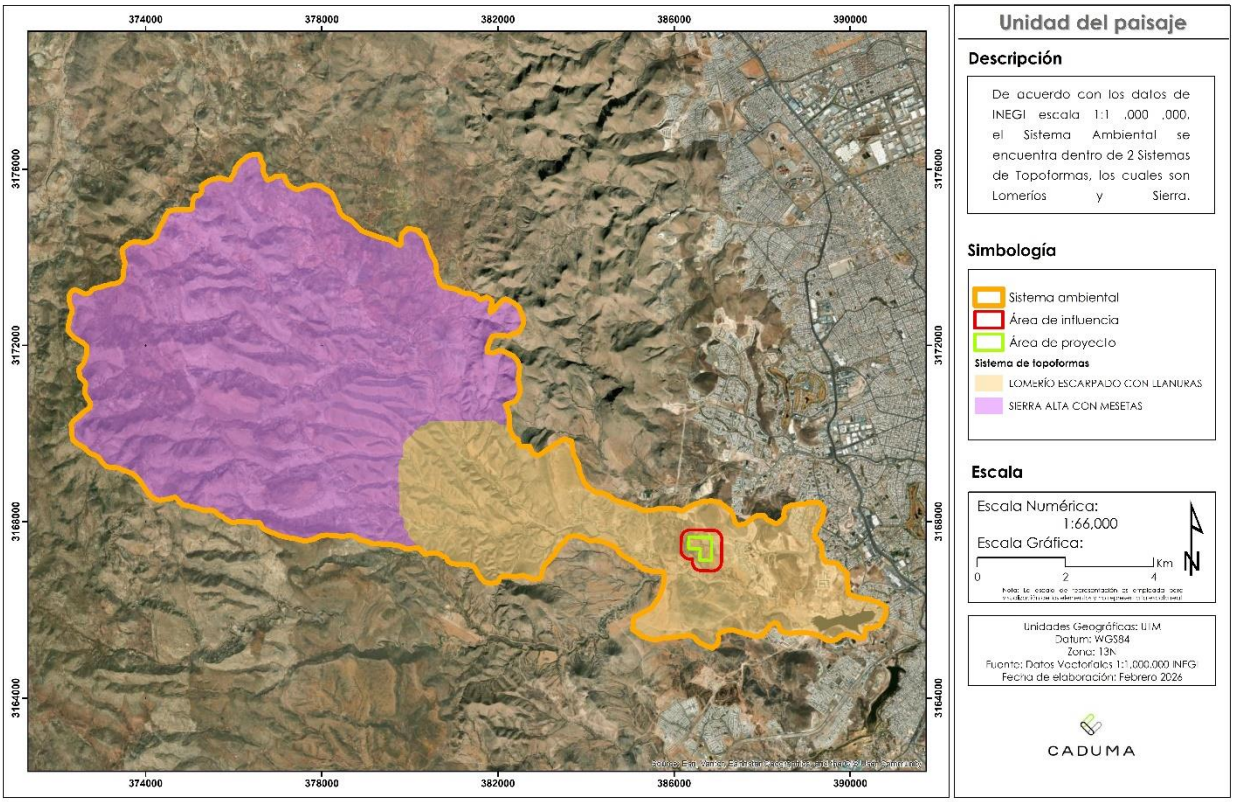
Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Chihuahua, 2015.

IV.3 Diagnóstico ambiental

La finalidad del diagnóstico ambiental es analizar y evaluar el grado de conservación y/o deterioro presente en el área de estudio, así como las capacidades que tiene el medio para mantenerse en equilibrio o en caso de adversidad, auto regularse.

Se puede establecer que no se provocarán desequilibrios ambientales significativos en el sistema ambiental ya que en la zona del proyecto no se encuentran elementos relevantes o críticos. El ecosistema en la zona no presenta alteraciones significativas que representen un desequilibrio ecológico. No se distinguen acciones que impacten negativamente la salud pública y el desarrollo de las comunidades o poblaciones en la zona de influencia. No presenta perturbación crítica en la cobertura vegetal original.

Figura IV. 48. Unidad de paisaje.



Integración e interpretación del inventario ambiental

En este apartado se consideró determinar la calidad de los factores ambientales y sociales mediante un sistema de evaluación, en el cual se describe brevemente la condición en función de su estado.

Tabla IV. 170. Niveles de calidad ambiental

Niveles de calidad ambiental
Original
Escasamente modificado
Moderadamente modificado
Totalmente modificada

Tabla IV. 171. Valoración y descripción del escenario ambiental.

Elemento	Condición	Indicadores	Descripción
Agua	Escasamente modificado	Calidad de agua Modificación de corrientes. Perforación de pozos.	Este recurso presenta pocos impactos por actividades antropogénicas.
Suelo	Escasamente modificado	Erosión. Extracción de materiales.	Existe una moderada modificación en el Sistema Ambiental por erosión hídrica e influencia humana.
Atmósfera	Escasamente modificado	Calidad del aire. Ruido. Olores.	En la zona que ocupa el Sistema Ambiental existen pocas perturbaciones a la atmósfera. No se considera la emisión de ruido cotidiana de actividades que sobre pasen los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994.
Flora	Escasamente modificado	Aprovechamientos. Biodiversidad. Especies bajo NOM-059-SEMARNAT-2010.	De las especies encontradas dentro del Sistema Ambiental, ninguna se encuentra dentro de la lista de especies en riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	Escasamente modificado	Biodiversidad. Especies bajo NOM-059-SEMARNAT-2010.	Dentro del Sistema Ambiental no se encontraron especies dentro de las listas de especies en riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Paisaje	Moderadamente modificado		La evaluación realizada al Paisaje del Sistema Ambiental indica que la calidad visual es baja y la fragilidad visual es media. Lo que determinan una sensibilidad paisajística actual media.
Social	Moderadamente modificado (+)		La comunidad más cercana al área de estudio es la localidad de San Juanito, donde existe una dotación de servicios como: electricidad, sistema de drenaje, seguridad social y servicios de salud, así como instalaciones educativas.
Económico	Moderadamente modificado (+)		La actividad económica que más se lleva a cabo en la comunidad, es el turismo, la silvicultura y la agricultura.

Una vez analizados los elementos que afectan directa e indirectamente la calidad del ambiente, se concluye que el estado que guarda el inventario ambiental puede englobarse en una condición de **escasamente modificado**, sin embargo, existen elementos ambientales y sociales que deberán ser considerados puntualmente para realizarles una evaluación más a fondo y la mitigación de los impactos ambientales correspondiente.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

V.1 Identificación de impactos ambientales

En este capítulo se describen las metodologías utilizadas para identificar los posibles impactos ambientales que pudieran generarse durante las etapas del proyecto.

El objetivo de este apartado es identificar y caracterizar los impactos ambientales que puedan ser producidos en cada una de las etapas que componen al proyecto. Para ello es necesario considerar e identificar el tipo o atributos de impacto ambiental, como el área que se afecta y la duración de los impactos, los componentes y funciones ambientales afectados, los efectos directos e indirectos, los impactos primarios o de orden mayor, los efectos sinérgicos y combinados, su magnitud, importancia y riesgo, entre los más importantes (INEGI, 2000).

El resultado de esta sección es la construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en el Sistema Ambiental, lo que permitirá identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia, provocarían daños al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

V.1.1 Componentes del proyecto

Para el análisis preliminar de la identificación de impactos ambientales se describen cada una de las etapas con sus acciones y componentes, así como las perturbaciones o impactos que podría ocasionar la implementación del proyecto al ambiente.

Tabla V.1. Identificación de componentes e impactos generales.

Etapa	Actividad	Acciones y componentes del proyecto	Perturbaciones o impactos
Preparación del sitio	Desmonte	Remoción de vegetación con ayuda de maquinaria y/o motosierras dentro del área del proyecto.	Pérdida de hábitat para la fauna, disminución de la cobertura vegetal, contaminación auditiva.
	Despalme	Remoción de la capa orgánica superficial del suelo dentro del área del proyecto.	Pérdida de suelo, pérdida de hábitat para fauna, contaminación atmosférica por emisiones y contaminación auditiva.
Construcción	Terracerías	Compactación del terreno natural en el área de desplante y terraplenes.	Pérdida de suelo, contaminación atmosférica por emisiones y contaminación auditiva.
	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias	Implementación del servicio de electricidad y agua potable para uso sanitario, para todas las áreas necesarias.	Contaminación auditiva y visual.

V.1.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la evaluación de los impactos ambientales del proyecto se desarrolló una matriz de impactos en la cual se evalúan de manera cualitativa los efectos generados, considerando su presencia, magnitud, extensión y temporalidad.

Se consideró el método de modelos matriciales de Leopold, con variantes en los parámetros de la matriz. Este método se seleccionó como el más adecuado para la identificación y valorización para el proyecto.

El método de matrices es considerado como el más apropiado para la evaluación del impacto ambiental en proyectos carreteros, al igual que el método de sobre posición de mapas (IMT, 2001).

A continuación se describe de manera general los pasos utilizados para la evaluación de los impactos generados por la realización del proyecto carretero:

- Como primer paso de evaluación se buscó identificar de manera general todos los impactos que pudieran generarse en las distintas etapas del proyecto.

- Una vez identificados los impactos del proyecto se realizó el análisis de cada uno de ellos en relación a su sinergia y acumulación.

- Al concluir los puntos anteriores se procede a la categorización de cada uno de los impactos en base a su relevancia (significancia).

V.1.3 Justificación de la metodología seleccionada

Como se mencionó anteriormente, la metodología empleada para la evaluación de impactos ambientales se basa en la propuesta del método de Leopold, la cual es ampliamente conocida y empleada para este tipo de proyectos.

El método de Leopold fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos, inicialmente fue diseñado para evaluar los impactos asociados con proyectos mineros, posteriormente resultó útil en proyectos de construcción de obras, como aplica en este proyecto.

El objetivo del método consiste en desarrollar una matriz en la cual se relacionan las características particulares del proyecto con sus causas y efectos.

Originalmente es un método de identificación de impactos, sin embargo con las modificaciones propuestas por varios autores permite establecer de manera muy clara los impactos ambientales y establecer diversos criterios como signo, magnitud, extensión y temporalidad.
Ventajas del método seleccionado:

- Considera la posibilidad de impactos sobre diversos factores ambientales.

- Establece la magnitud e importancia de un impacto ambiental.

- Se puede manejar de manera independiente para diversos componentes ambientales o socioeconómicos.

- Sirve como resumen en la información contenida en la evaluación de impacto ambiental.

V.1.4 Técnicas para evaluar los impactos ambientales

Etapas seleccionadas para identificación de impactos de acuerdo al proyecto.

Se identificaron los impactos ambientales generados en cada etapa del proyecto, para obtener una vista más clara y precisa de las afectaciones que se generaran al ambiente.

Con la finalidad de establecer un procedimiento simplificado y preciso se decidió identificar los impactos ambientales de acuerdo con la etapa en que se genera.

Tabla V.2. Etapas del proyecto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Desmonte
	Despalme
Construcción	Terracerías
	Infraestructura eléctrica e hidrosanitaria

Estas etapas fueron seleccionadas debido a que engloban todos los posibles impactos ambientales que se pudieran generar al inicio, durante y después de la construcción del fraccionamiento "Residencial Chihuahua III"

Adicionalmente se proponen cada una de las actividades más representativas por etapa para su evaluación en particular.

Indicadores o factores ambientales, económicos y sociales de impacto

En el proceso de identificación de los indicadores o factores que pudieran tener una relación y eventualmente ser afectados por la ejecución del proyecto, se han seleccionado considerando su presencia en el área del proyecto SA, por su relevancia ambiental o social.

Estos factores serán evaluados teniendo en cuenta diversos criterios que serán descritos en el siguiente apartado y que consideran su magnitud, extensión y temporalidad.

Lista indicativa de factores e indicadores de impacto

Derivado del análisis del Sistema Ambiental y los aspectos socioeconómicos directamente relacionados con la región y las actividades que considera el proyecto, se determinó emplear los siguientes factores:

Tabla V.3. Factores de impacto.

Factores
Agua
Suelo
Atmósfera
Flora
Fauna
Paisaje
Social
Económico

Tabla V.4. Indicadores específicos por factor evaluado.

Factor	Indicador	Indicadores específicos
Agua	Superficial	Calidad del agua Capacidad hidráulica
	Subterránea	Calidad del agua Extracción
Suelo	Erosión	Erosión
	Características Físico - Químicas	Textura Metales pesados Hidrocarburos Materia Orgánica
	Permeabilidad	Capacidad de infiltración
	Geomorfología	Cortes y terraplenes
	Estructura del suelo	Perdida de capa fértil
Atmósfera	Calidad del Aire	Partículas suspendidas COV, NOx SO2 Hidrocarburos
	Estado acústico	Mayor de 65db.
	Olores	Percepción desagradable
Flora	Terrestre	Perdida de cubierta vegetal Especies en estatus NOM-059-SEMARNAT-2010 Introducción de especies exóticas
Fauna	Terrestre	Eliminación Especies en estatus NOM-059-SEMARNAT-2010 Perdida de hábitat
	Acuática	Eliminación Dispersión Pérdida de hábitat
Paisaje	Relieve	Alteración de la topografía
	Apariencia visual	Estructuras geométricas agresivas Cambios bruscos de color Residuos
	Biológico	Cambio de vegetación Mutilación de la vegetación
Social	Bienestar social	Servicios
	Riesgo	Accidentes de transito
Económico	Empleo	Temporal Permanente
	Ingreso	Derrama económica en la zona

Criterios y metodologías de evaluación

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global del proyecto.

Criterios

Para este proyecto se determinó utilizar los siguientes criterios para la evaluación de los impactos ambientales:

Tabla V.5. Criterios.

Criterio	Descripción
Signo	Muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (o).
Magnitud o dimensión	Se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor.
Extensión o desarrollo	Considera la superficie afectada por un determinado impacto.
Temporalidad o permanencia	Este criterio hace referencia a la permanencia de un determinado impacto desde su aparición.

Fuente: Elaboración propia a partir de las definiciones de la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, vías generales de comunicación.

Signo

La asignación de este signo permite identificar si se trata de un impacto favorable o adverso.

Tabla V.6. Valores para la intensidad de impactos.

Valor	Intensidad
(+)	Positivo o favorable
(-)	Negativo o adverso
(0)	Neutro

Magnitud o dimensión

Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos, este puede ser favorable o desfavorable.

Tabla V.7. Valores de escala de magnitud.

Valor	Intensidad
1 a 2	Irrelevante
3 a 4	Leve
5 a 6	Moderado
7 a 8	Severo
9 a 10	Crítico

Extensión o desarrollo

Se refiere a la cobertura, extensión puntual, local, regional, etc.

Tabla V.8. Valores de cobertura, extensión puntual, local, regional, etc.

Valor	Cobertura	Extensión
1- 2	Puntual	Hasta 1 km.
3- 5	Local	Hasta 15 km.
6- 8	Regional	Hasta 150 km.
9-10	Estatal o internacional	Más de 150 km.

Temporalidad o permanencia

Valores que se le asignan al impacto dependiendo la duración.

Tabla V.9. Valores de duración en el tiempo de los impactos ambientales identificados.

Valor	Temporalidad	Plazo
1	Fugaz	Menos de 1 año
5	Temporal	De 1 a 10 años
10	Permanente	Más de 10 años

V.1.5. Evaluación de Impactos Sinérgicos y Acumulativos

Una vez identificados los impactos ambientales y evaluados en base a los elementos de magnitud, extensión y temporalidad se realiza una evaluación en relación a sus efectos sinérgicos o acumulativos.

Definición de acuerdo con la Guía para la elaboración de la manifestación del impacto ambiental modalidad regional (SEMARNAT, 2010).

- Impactos sinérgicos: aquel que se produce cuando el efecto continúo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

- Impactos acumulativos: Efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

V.1.6. Impactos Sinérgicos

La identificación de los impactos que tengan una sinergia se evaluará llevando a cabo una matriz de 2 entradas en la que se evalúa cada uno de los factores entre sí y con ello identificar su sinergia.

Una vez identificados se realiza una valoración a juicio del grupo de trabajo para determinar su nivel de sinergia con otros factores.

Tabla V.10. Clasificación de los niveles de sinergia.

Identificador	Nivel de sinergia
1	Bajo
2	Medio
3	Alto

Tabla V.11. Agrupación de indicadores con relación sinérgica para el proyecto en particular.

Impactos Sinérgicos																								
Factor	**Indicador**	Agua		Suelo					Atmósfera			Flora	Fauna		Paisaje			Social		Económico	
		Superficial	Subterránea	Erosión	Físico-Químicas Características	Permeabilidad	Geomorfología	Estructura del suelo	Calidad del Aire	Estado acústico	Olores	Terrestre	Terrestre	Acuática	Relieve	Apariencia visual	Biológico	Bienestar social	Riesgo	Empleo	Ingreso
Agua	Superficial																				
	Subterránea	1																			
Suelo	Erosión	2	2																		
	Características Físico-Químicas			1																	
	Permeabilidad		2	1																	
	Geomorfología																				
	Estructura del suelo			1	1	1	1														
Atmósfera	Calidad del Aire			1																	
	Estado acústico																				
	Olores								1												
Flora	Terrestre		1	2		2	1	1													
Fauna	Terrestre						1			1		2									
	Acuática																				
Paisaje	Relieve						2														
	Apariencia visual						2					2			2						
	Biológico						1					2	1		1						
Social	Bienestar social										1										
	Riesgo																	1			
Económico	Empleo																		1		
	Ingreso																			1	

V.1.7. Impactos Acumulativos

Para la evaluación de impactos acumulativos se identificaron aquellas actividades presentes o pasadas, que generen o hayan generado cambios en el ecosistema y que puedan generar un efecto acumulativo sobre los indicadores o factores que serán afectados por el proyecto.

Para esta evaluación se consideró manejar una escala de juicio en base a su magnitud. Esta consideración fue propuesta con la finalidad de vincular este valor a la matriz de impacto del proyecto.

Como primer paso se realizó la lista de actividades que tienen un efecto en el ecosistema.

Tabla V.12. Actividades con impactos en el ecosistema.

Actividad con impactos en el ecosistema
Vías de comunicación
Habitacional

Una vez identificadas las actividades con impacto en el ecosistema se evalua la magnitud, por factor e indicador ambiental y se determina el impacto acumulativo en base a la Tabla V.13.

Tabla V.13. Valores de intensidad.

Valor	Intensidad
1 a 4	Irrelevante
5 a 8	Leve
9 a 12	Moderado
13 a 16	Severo
17 a 20	Critico

El valor de intesidad que se le da al impacto acumulativo, así como los criterios de magnitud, temporalidad, extensión así como su sinergia, servirán para determinar los impactos significativos por factor.

Tabla V.14. Evaluación de impactos acumulativos por factor y actividad.

Impactos Acumulativos				
Factor	**Indicador**	**Actividad**		
		Vías de acceso	Habitacional	Impacto Acumulativo
Agua	Superficial	2	2	4
	Subterránea	2	2	4
Suelo	Erosión	3	2	5
	Características Físico Químicas	2	2	4
	Permeabilidad	3	3	6
	Geomorfología	2	2	4
	Estructura del suelo	3	3	6

Atmósfera	Calidad del Aire	4	2	6
	Estado acústico	3	1	4
	Olores	1	1	2
Flora	Terrestre	1	1	2
	Acuática	0	0	0
Fauna	Terrestre	2	2	4
	Acuática	0	0	0
Paisaje	Relieve	2	2	4
	Apariencia visual	3	3	6
	Biológico	2	2	4
Social	Bienestar social	4	2	6
	Riesgo	4	2	6
Económico	Empleo	2	1	3
	Ingreso	3	3	6

V.1.8. Matriz de Impactos Ambientales

Como se describió anteriormente en este apartado se lleva a cabo la elaboración de la Matriz de Impactos empleado los criterios y actividades del proyecto por etapa para identificar la magnitud, temporalidad y extensión.

Se anexa al presente estudio la Matriz de Evaluación de Impactos.

ANEXO 7

Descripción de impactos ambientales identificados

Tabla V.15. Descripción de Impactos ambientales y etapas en la que se identificaron.

	Factor	Indicador	Descripción de Impacto	Etapas	Temporalidad	Magnitud
1	Agua	Superficial	La capacidad hidráulica de captación se podría ver afectada por el arrastre y la acumulación de partículas de material utilizado en la obra.	PS, CO	Temporal	Leve
2		Subterránea	La calidad del agua subterránea se podría ver afectada por la posibilidad de un derrame de aceite, pintura o alguna otra sustancia usada en el proceso de obra.	PS, CO	Fugaz	Moderado
3			La remoción de vegetación y de la capa superficial del suelo disminuirá la capacidad de infiltración del agua al subsuelo.	PS	Permanente	Moderado
4	Suelo	Características físico químicas	Las actividades de desmonte y despalme tendrán una afectación directa a las características físicas del suelo, principalmente por la pérdida de materia orgánica y la modificación de su estructura.	PS	Fugaz	Moderado

5			Las actividades de terracerias tendrán una afectación directa a las características físicas del suelo, principalmente por la pérdida de materia orgánica y la compactación del suelo.	CO	Permanente	Moderado
6	Suelo	Erosión	Durante las desmonte y despalme, el suelo quedará desprotegido, dejando al descubierto el horizonte de suelo orgánico, el cual será susceptible de arrastre principalmente por efectos del viento, sin embargo, la temporalidad de estas actividades será temporal por lo cual este impacto se considera moderado.	PS	Temporal	Moderado
7	Suelo	Permeabilidad	Durante la preparación del sitio se realizarán las actividades que provocarán un impacto en capacidad de infiltración, debido a la remoción de la vegetación, sin embargo es moderada en relación a la dimensión del área del proyecto a desmontar respecto al Sistema Ambiental.	PS	Temporal	Moderado
8	Suelo		Durante las actividades se realizará compactación reduciendo la permeabilidad del suelo, sin embargo esta superficie será muy limitada en relación al área del sistema ambiental.	CO	Permanente	Leve
9	Suelo	Estructura del suelo	El impacto en la estructura del suelo se deberá principalmente a la pérdida de la capa fértil del mismo, durante las actividades de preparación del sitio.	PS	Permanente	Moderado
10	Suelo		Las actividades de preparación del sitio y construcción afectaran la estructura del suelo.	PS, CO	Permanente	Leve
11	Suelo	Geomorfología	La geomorfología del suelo se ve afectada por las actividades de construcción.	CO	Fugaz	Moderado

12	Aire	Calidad del Aire	La calidad del aire se verá afectada por la generación de emisiones a la atmósfera de gases de combustión derivados del uso de maquinaria y equipos, así como la emisión de partículas suspendidas en las actividades de preparación del sitio y construcción	PS, CO	Temporal	Leve
13	Aire	Estado acústico	El uso de la maquinaría durante las etapas de preparación del sitio y construcción. así como la operación, tendrán un efecto negativo derivado de las emisiones de ruido, generado por la maquinaria y personal en el sitio.	PS, CO	Temporal	Leve
14	Flora	Vegetación	Las actividades de preparación del sitio y construcción tendrán un efecto significativo en la vegetación, debido a la remoción de esta en el área del proyecto.	PS, CO	Permanente	Moderado
15	Fauna	Fauna Terrestre	Las actividades propias de la preparación del sitio y construcción, implican la remoción de la vegetación y movimiento del suelo y a su vez la generación de ruido por el uso de maquinaria y equipo, lo cual tendrá un efecto negativo en la fauna derivado de la perdida de hábitat, sin embargo, se tiene contemplados programas de rescate y reubicación de fauna como medida preventiva, los cuales que se anexan a este documento.	PS, CO	Temporal	Moderado
16	Paisaje	Relieve	Las actividades propias de las etapas: preparación del sitio provocarán un impacto al paisaje debido a que modificarán la topografía en el área del proyecto.	PS, CO	Permanente	Moderado
17	Paisaje	Apariencia visual	Las actividades del proyecto tendrán un efecto negativo a la apariencia visual generado por el movimiento de maquinaria y efectos sobre el estado natural del paisaje, durante todas las etapas del proyecto.	PS, CO	Temporal	Moderado

18	Paisaje	Biológico	Las actividades propias de la etapa de preparación del sitio y construcción contemplan la remoción de la vegetación lo cual provocará un impacto al paisaje.	PS, CO	Permanente	Leve
19	Paisaje	Biológico	La colocación de las oficinas móviles impedirá que el área del proyecto vuelva a ser ocupada por flora y fauna mientras estén ahí.	PS, CO	Temporal	Leve
20	Social	Bienestar social	Las actividades de preparación del sitio y construcción, presentan impactos negativos por la remoción de la vegetación y la modificación del paisaje.	PS, CO	Permanente	Moderado
21	Económico	Empleo	Para llevar a cabo las actividades de contempladas en las etapas de preparación del sitio y construcción, esto generará empleo para las personas a nivel local.	PS, CO	Temporal	Bueno
22	Económico	Ingreso	Las etapas de preparación del sitio y construcción, requieren de mano de obra, lo cual provocará un impacto positivo al generar empleo y esto a su vez conllevará a una derrama económica en la zona.	PS, CO	Temporal	Bueno

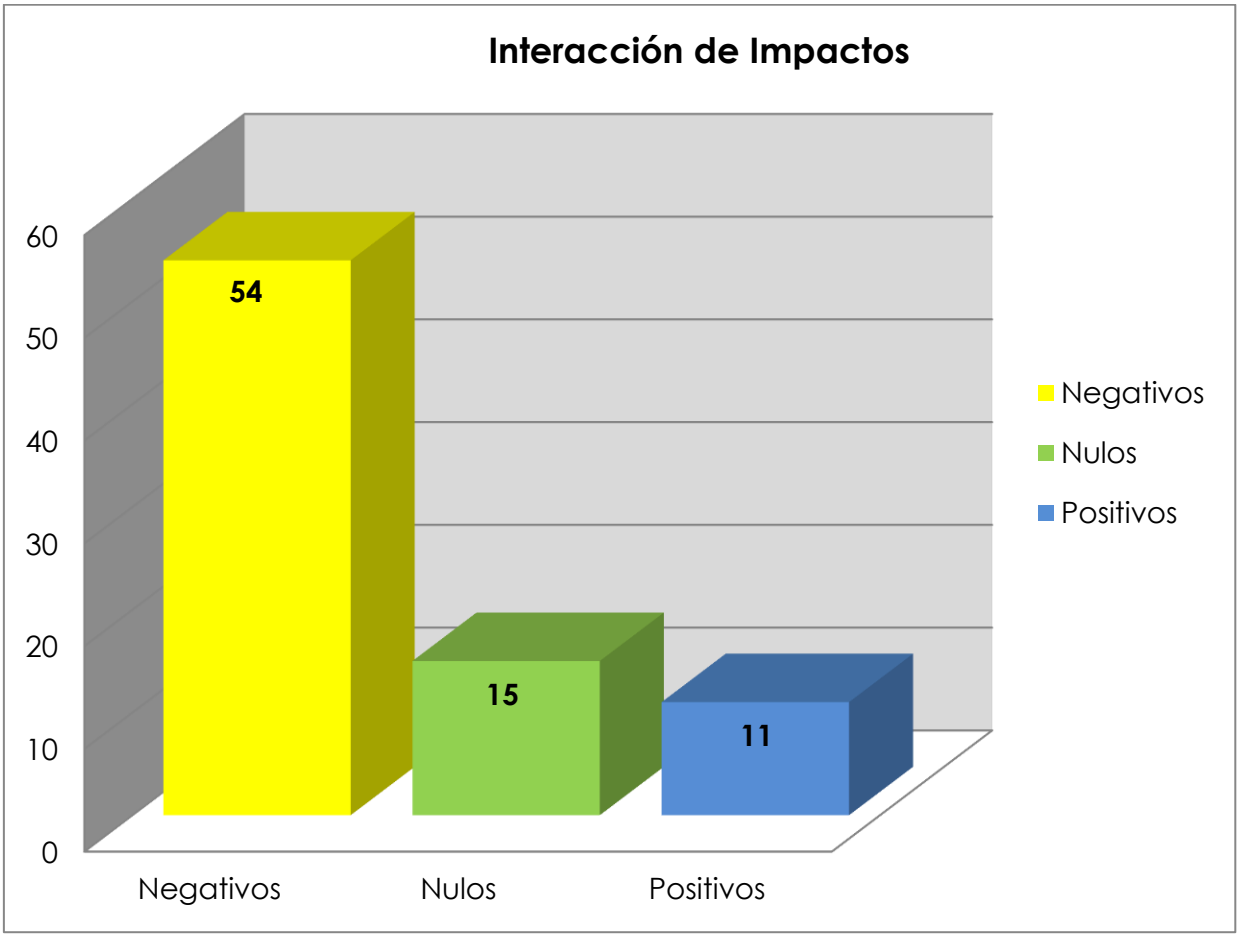
V.2. Interacción de impactos identificados

A continuación se desglosan los impactos identificados del proyecto de acuerdo a su nivel, etapa y efecto positivo o negativo.

Tabla V.16. Tipo y porcentaje de interacciones por tipo de impacto.

Tipo de Impacto	Tipo de Interacciones	% de Interacciones
Positivo	11	13.75
Nulo	15	18.75
Negativo	54	67.50

Gráfica V.1. Interacción de impactos.



En relación a lo anterior, se identifica que el proyecto tendrá un 18.75% de interacciones nulas, el 67.50% de las interacciones serán negativas y un 13.75% positivas, de acuerdo con los indicadores y etapas propuestas para la evaluación.

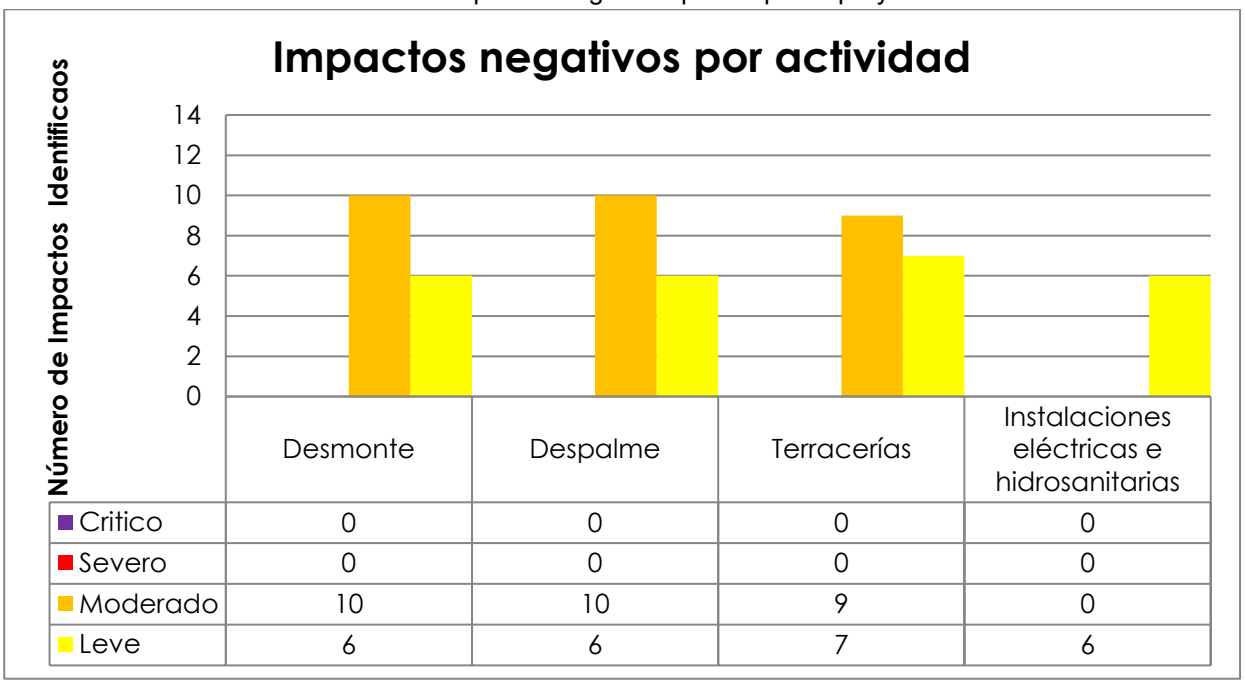
V.2.1. Etapas de generación de impactos

Es importante que bajo el análisis de identificación de impactos significativos se tenga en cuenta el período o etapa en que se generan cada uno de los impactos, así como los efectos al ambiente, económico y social. Para el proyecto en particular es imprescindible evaluar los efectos negativos ya que de ello dependerá la asignación de las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental.

Los principales impactos negativos identificados se consideran de leves a moderados, estos se presentan durante las actividades de desmonte, despalme y terracerías.

El mayor impacto que se generará es debido principalmente a las actividades de preparación del sitio, sin embargo, se busca reducir el grado de estos aplicando las medidas pertinentes.

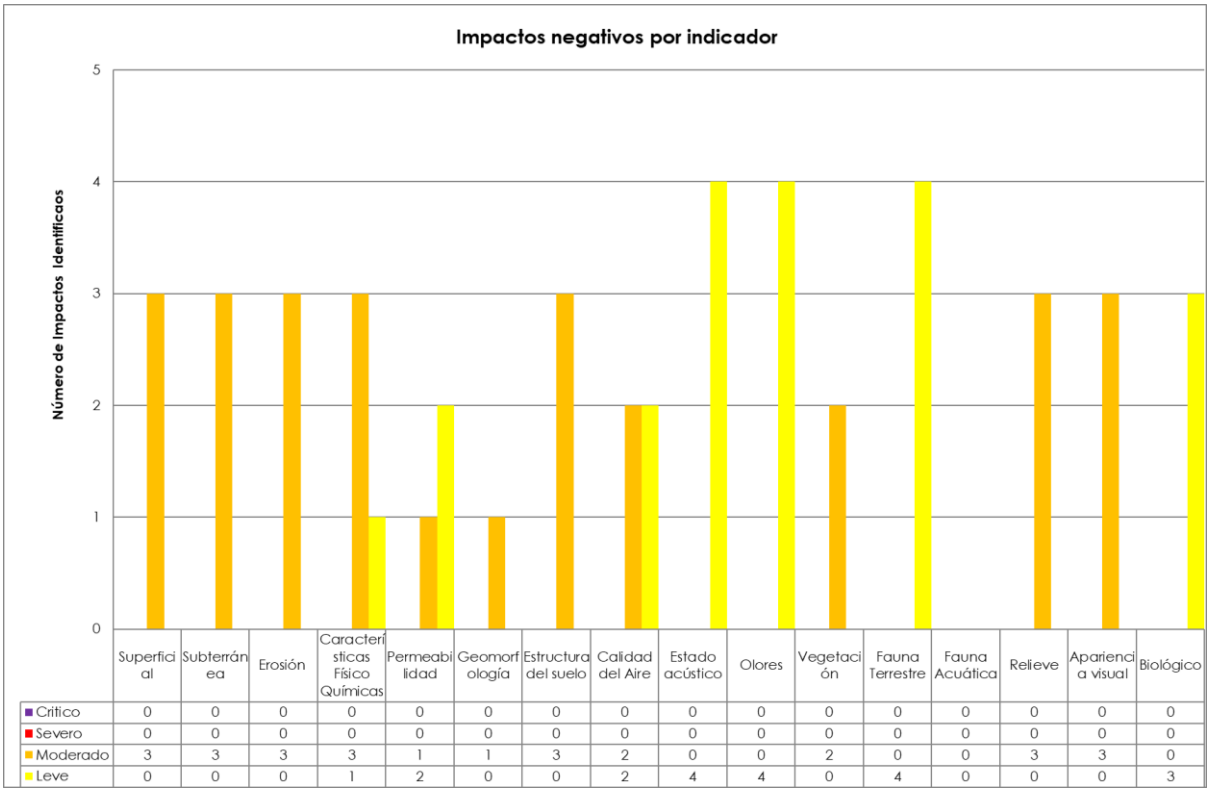
Gráfica V.2. Impactos negativos por etapa de proyecto.



V.2.2. Impactos por factor e indicador

De acuerdo con el análisis de impactos por factor e indicador se puede identificar que en la mayoría de los indicadores se presenta una incidencia de impactos negativos, sin embargo, estos son considerados entre leves y moderados

Gráfica V.3. Impactos negativos por indicador.



	Superficial	Subterránea	Erosión	Características Físico Químicas	Permeabilidad	Geomorfología	Estructura del suelo	Calidad del Aire	Estado acústico	Olores	Vegetación	Fauna Terrestre	Fauna Acuática	Relieve	Apariencia visual	Biológico
Critico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Severo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moderado	3	3	3	3	1	1	3	2	0	0	2	0	0	3	3	0
Leve	0	0	0	1	2	0	0	2	4	4	0	4	0	0	0	3

Para el presente análisis fueron omitidos los indicadores de bienestar social, riesgo, empleo e ingreso, ya que las interacciones con el proyecto generarán solo efectos positivos, principalmente por la generación de empleo y derrama económica en la zona. En este sentido se pueden considerar como efectos significativos positivos.

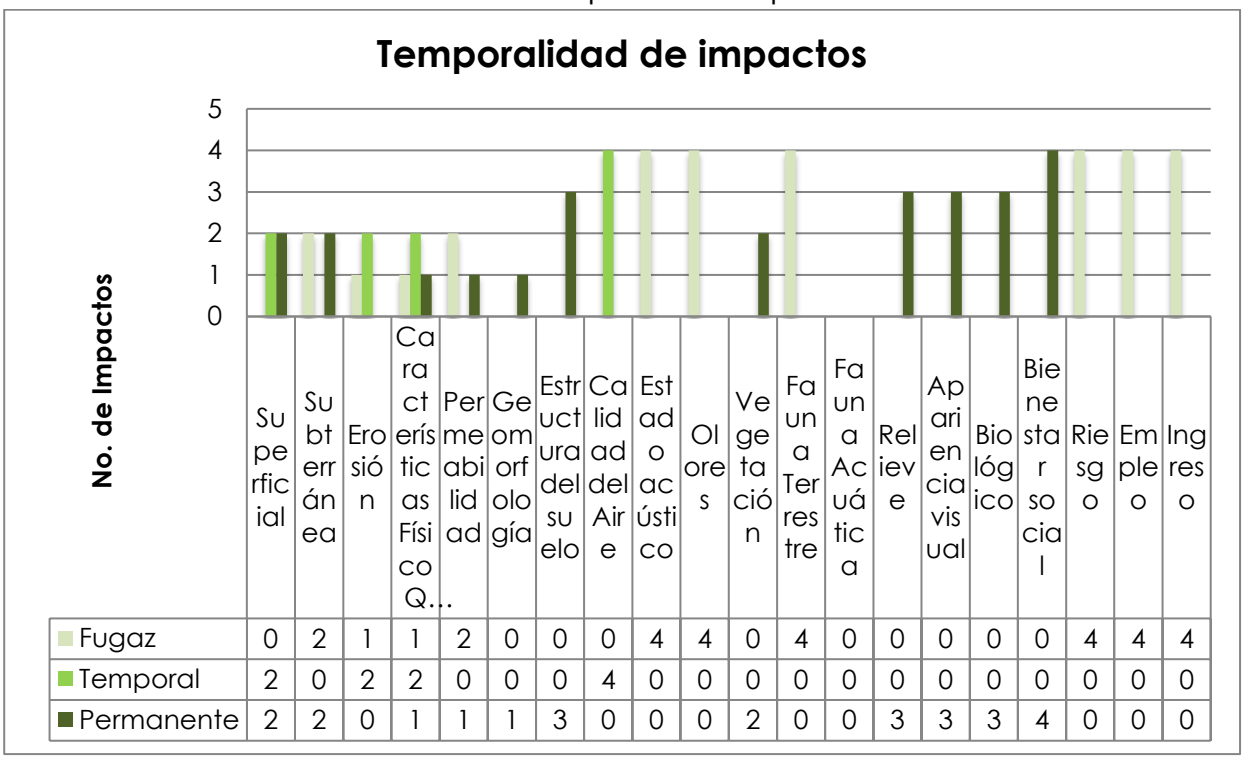
V.2.3.Temporalidad de los impactos

La temporalidad de los impactos es un factor importante a considerar ya que de ello dependerá la permanencia del impacto sobre los factores, ambientales, sociales o económicos considerados.

El proyecto como el que nos ocupa en la presente evaluación, por su naturaleza tendrá efectos permanentes en diferentes elementos a causa de las actividades propias del proyecto (desmonte, despalme, terracerías y construcción), así mismo dependiendo del factor y la actividades, se presentan impactos fugaces.

En relación a la temporalidad es importante considerar los factores permanentes por lo que las medidas que sean propuestas para atenuar estos impactos tendrán que buscar reducir la temporalidad o de lo contrario implementar acciones que mitiguen su magnitud, cabe destacar que la mayoría de estos se presentan en factores de apariencia visual, vegetación y suelo.

Gráfica V.4. Temporalidad de impactos.

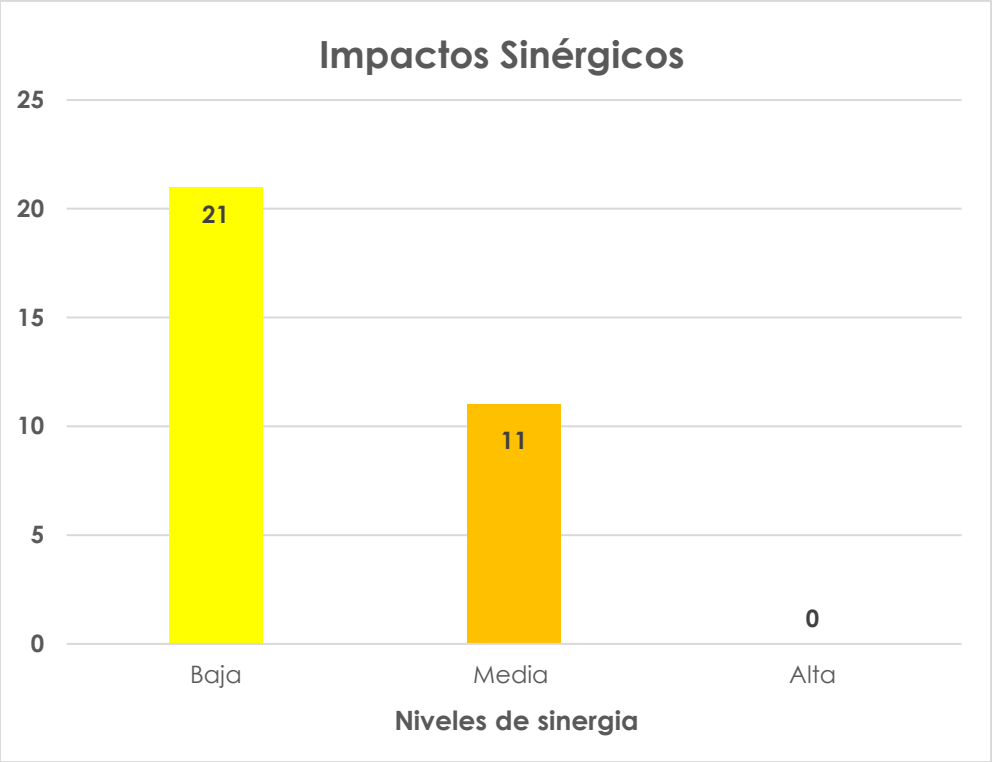


	Superficial	Subterránea	Erosión	Características Físico Q…	Permeabilidad	Geomorfología	Estructura del suelo	Calidad del Aire	Estado acústico	Olores	Vegetación	Fauna Terrestre	Fauna Acuática	Relieve	Apariencia visual	Biológico	Bienestar social	Riesgo	Empleo	Ingreso
Fugaz	0	2	1	1	2	0	0	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	4	4	4
Temporal	2	0	2	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanente	2	2	0	1	1	1	3	0	0	0	2	0	0	3	3	3	4	0	0	0

V.2.4 Impactos Sinérgicos

Un efecto sinérgico se da cuando el impacto final es mayor que la suma de los impactos individuales que lo originaron en magnitud, extensión y elementos afectados. La descripción de los impactos sinérgicos se describe anteriormente. Se identificaron un total de 21 impactos de nivel bajo y 11 de nivel medio para el área de proyecto.

Gráfica V.5. Numero de impactos sinérgicos

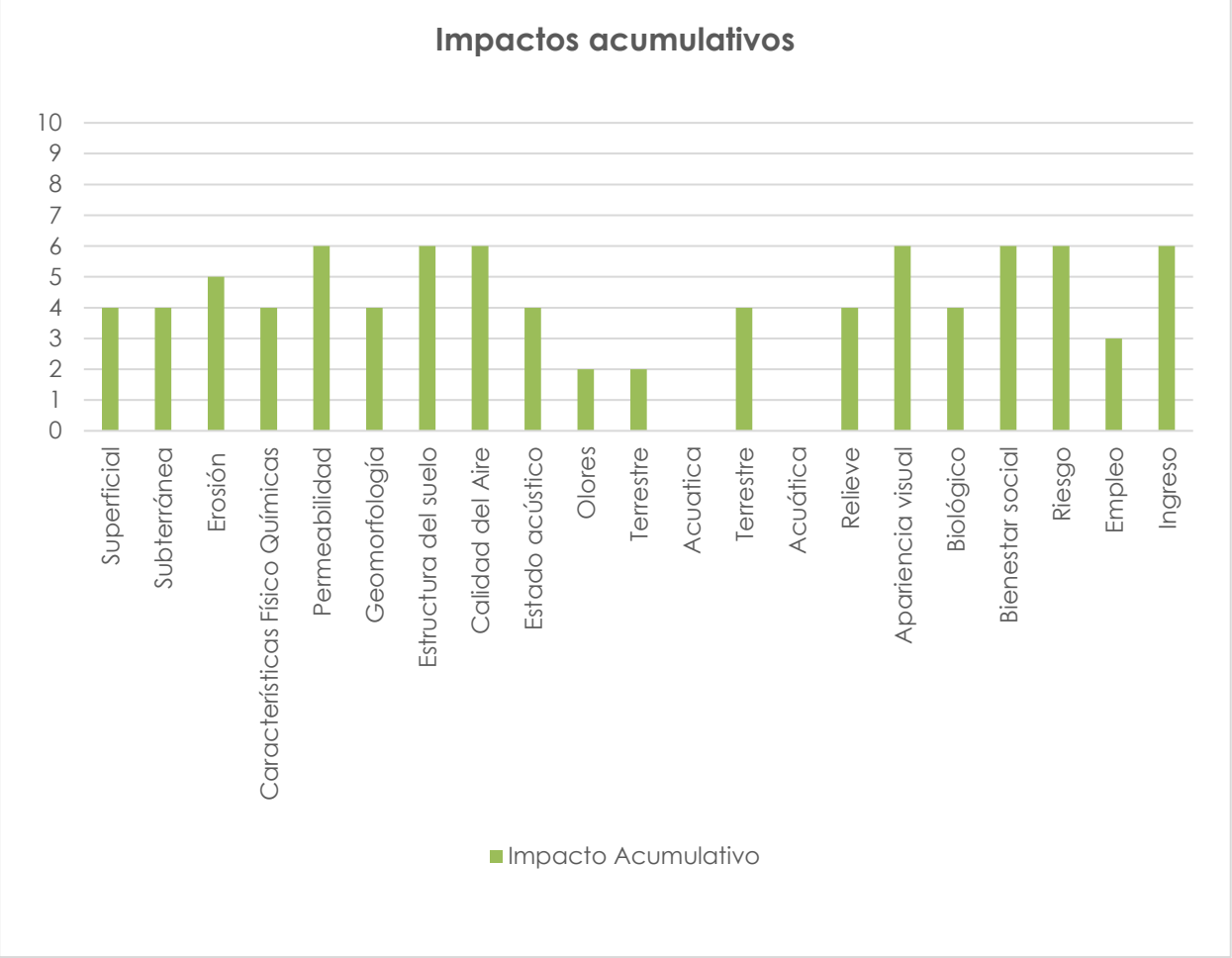


V.2.5. Impactos Acumulativos

Los efectos acumulativos son los cambios ambientales causados por una acción o actividad en combinación con las otras acciones o actividades humanas. La descripción de los impactos acumulativos se menciona anteriormente.

Una vez identificadas las actividades con impacto en el ecosistema se evalua la magnitud, por factor e indicador ambiental y se determina el impacto acumulativo en base a la Tabla V.14 antes mencionada.

Gráfica V.6. Impactos Acumulativos representados por actividad.



V.2.6 Caracterización de impactos ambientales

Identificación de impactos significativos

Una vez evaluados los elementos de magnitud, extensión, temporalidad, sinergia y acumulabilidad se realiza el análisis de impactos significativos los cuales se identifican mediante la siguiente fórmula:

Nivel de Impacto = Sn ((3.5 * Mg) + (2 * Ex) + (1.5 * Tm) + (1.5 * Sn) + (1.5 * (Ac/NaAc))

Donde:
Sn = Signo
Mg = Magnitud
Ex = Extensión
Tm = Temporalidad
Sn = Sinergia
Ac = Acumulable
NaAc = Número de actividades evaluadas por Impactos Acumulados.

Una vez calculado el Nivel de Impacto se clasifica mediante la siguiente tabla de valores.

Tabla V.17. Valores para clasificar el nivel de impacto.

Valor	Intensidad
-100	Critico
-75	Severo
-50	Moderado
-25	Leve
0	Nulo
25	Bueno
50	Efectivo
75	Importante
100	Trascendente

Esta clasificación establece una ponderación en los diferentes elementos evaluados por factor ambiental permitiendo identificar aquellos impactos que por alguno de sus efectos al ambiente permita ser considerado bajo alguna categoría que debe ser analizada.

Una de las principales consideraciones es que todas aquellas interacciones que por su nivel de impacto sean clasificadas como moderadas o mayor tendrán carácter significativo. Sin embargo todas las interacciones serán evaluadas con la finalidad de detectar aquellos otros impactos que sean importantes de atender.

Mediante la fórmula anterior se obtuvieron los siguientes niveles de impacto de acuerdo a la etapa e indicador.

Tabla V.18. Niveles de impactos significativos por etapa de proyecto.

Matriz de identificación de Impactos significativos		Preparación del sitio		Construcción	
		Desmonte	Despalme	Terracerías	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias
Agua	Superficial	-32	-32	-46	29
	Subterránea	-27	-27	-34	30
Suelo	Erosión	-40	-40	-30	0
	Características Físico Químicas	-27	-27	-31	-14
	Permeabilidad	-23	-23	-29	0
	Geomorfología	0	0	-38	0
	Estructura del suelo	-41	-41	-31	0
Atmósfera	Calidad del Aire	-27	-27	-20	-20
	Estado acústico	-21	-21	-21	-10
	Olores	-24	-24	-21	-9
Flora	Vegetación	-40	-40	0	0
Fauna	Fauna Terrestre	-17	-17	-10	-14
	Fauna Acuática	0	0	0	0
Paisaje	Relieve	-32	-32	-39	0
	Apariencia visual	-30	-30	-37	0
	Biológico	-26	-26	-22	0
Social	Bienestar social	-34	-34	-24	28
	Riesgo	-11	-11	-11	-14
Económico	Empleo	20	20	17	23
	Ingreso	20	20	20	20

V.3. Conclusiones

Con el escenario modificado por las actividades del proyecto se puede establecer que no se provocarán desequilibrios ambientales en el Sistema Ambiental ya que en la zona del proyecto no se encuentran elementos relevantes o críticos. El ecosistema en la zona no presenta alteraciones que representen un desequilibrio ecológico. No se distinguen acciones que impacten negativamente la salud pública y el desarrollo de las comunidades o poblaciones en el área de influencia.

Se anexa a este documento los programas de: Rescate y reubicación de fauna, rescate y reubicación de flora (cactáceas), reforestación, de obras de conservación de suelos y vigilancia ambiental con los que se prevé mitigar y compensar las afectaciones que el proyecto pudiera ocasionar.

ANEXO 4

Las especificaciones del proyecto proporcionadas por el promovente respetan el marco legal vigente en el entorno ambiental establecido por la SEMARNAT, además el proyecto no se contrapone con los planes y programas de desarrollo de la región.

La construcción del fraccionamiento "Residencial Chihuahua III" del municipio de Chihuahua es un escenario favorable para los habitantes de la ciudad de Chihuahua al mejorar las condiciones bajo las cuales se rige el desarrollo urbano y de vivienda actualmente.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1. Programa y medidas de manejo ambiental.

VI.1.1. Líneas Estratégicas

Las medidas y acciones que serán propuestas serán agrupadas de acuerdo con el impacto potencial conforme a su factor ambiental o alcance.

Tabla VI. 1. Definición de Líneas Estratégicas Generales.

Líneas Estratégicas	
Agua	Prevención de Contaminación de Agua.
Flora y Fauna	Protección de Flora y Fauna
Suelo	Conservación de Suelo
Residuos	Manejo Integral de Residuos
Paisaje	Calidad paisajística

VI.1.2. Tipos de medidas

Las medidas de mitigación de impactos ambientales, son trascendentales en la prevención y/o mitigación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto.

La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas que conforman al proyecto, aunado a su integración a programas de conjunto, que contemplen desde la preparación del sitio, hasta la etapa de operación, permiten que este proyecto sea más viable al medio ambiente.

A continuación se describen las diversas medidas de mitigación de acuerdo con su alcance en relación a los impactos ambientales.

Tabla VI. 2. Descripciones de medidas propuestas.

Tipo de medida	Descripción
Medidas preventivas (Pr)	Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
Medidas de remediación (Re)	Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
Medidas de rehabilitación (Rh)	Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto.
Medidas de compensación (Cm)	Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
Medidas de reducción (Rd)	Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

VI.1.3. Medidas y acciones de mitigación

El proyecto propone medidas generales de prevención, mitigación y minimización de los impactos ambientales, así como medidas de mitigación específicas para los impactos detectados mediante el análisis de impactos significativos.

Medidas preventivas o de mitigación generales propuestas para el proyecto

Las áreas, actividades o cualquier modificación en las condiciones del proyecto, deberán contar con las autorizaciones correspondientes, respecto a su operación, manejo y control de impactos en materia ambiental.

Las acciones que se presentan en la siguiente tabla quedan estrictamente prohibidas para todas las etapas del proyecto y son de aplicación en todo el Sistema Ambiental como medida preventiva de impactos ambientales.

Tabla VI. 3. Actividades prohibidas dentro del Sistema Ambiental

Actividades	U. Medida y/o evidencia
Llevar a cabo la quema de residuos que puedan generarse durante las diferentes etapas del proyecto, o desecharlos al aire libre.	Se concientizará y capacitará al personal involucrado en el proyecto sobre el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.
Verter aguas residuales a cualquier cuerpo de agua natural existente.	Se contratará el servicio de baños portátiles. La empresa contratada se encargará de dar la correcta disposición a las aguas residuales generadas durante las etapas del proyecto.
El uso de productos desechables o plásticos durante la estancia del personal, con la finalidad de reducir el volumen de residuos sólidos urbanos.	Se concientizará y capacitará al personal involucrado en el proyecto sobre la reducción de la generación de residuos sólidos urbanos.
La caza, captura, daño o tráfico de especies de fauna silvestre, tanto en los terrenos del proyecto, como en sus colindancias.	Se concientizará al personal involucrado en el proyecto sobre la importancia de la protección y conservación de las especies de fauna silvestre, así como también se hará de su conocimiento las consecuencias legales que el daño a estas conlleva.
Transitar fuera de los caminos establecidos.	Se informará oficialmente al personal involucrado en el proyecto de no transitar fuera de caminos o áreas establecidas con el fin de no dañar la vegetación forestal de zonas aledañas.
El tráfico o cualquier aprovechamiento de especies de flora silvestre, tanto en los terrenos del proyecto, como en sus colindancias.	Se concientizará al personal involucrado en el proyecto sobre la importancia de la protección y conservación de las especies de flora silvestre, así como también se hará de su conocimiento las consecuencias legales que el daño a estas conlleva.
Hacer uso de maquinaria o equipo en malas condiciones que puedan generar residuos o emisiones al ambiente.	Se informará a la empresa contratista que deberá mantener la maquinaria y el equipo en condiciones óptimas de funcionamiento. Asimismo la maquinaria y equipo deberá ser evaluada periódicamente para verificar su condición.

- Se implementarán las medidas necesarias que garanticen la seguridad de los trabajadores participantes en las diferentes etapas del proyecto, dotándolos de los equipos de seguridad y brindándoles capacitación respecto al manejo y operación de equipos.

- Contará con las medidas de seguridad necesarias para atención a contingencias y botiquín de primeros auxilios.

- Se mantendrá la maquinaria y equipos en regla y bajo condiciones óptimas de funcionamiento.

- Se tomarán las medidas necesarias que limiten la presencia de animales domésticos o exóticos en el área de proyecto.

Flora

Tabla VI. 4. Descripciones de las medidas de mitigación por impacto.

Nombre de la medida	
Evitar el derribo de vegetación forestal fuera del área del proyecto	
Impactos atendidos	
• Protección al suelo, fauna, flora y paisaje.	
Descripción de la medida	
Se evitará en medida de lo posible, derribar la vegetación forestal fuera del área delimitada donde se realizará el proyecto, con la finalidad de afectar la menor cantidad de individuos forestales posible.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Preventiva (Pr)	Constructor y Supervisor de Obra
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
Preparación del sitio (PS)	• Verificación visual. • Reporte fotográfico de vegetación colindante con el área del proyecto.
Temporalidad de ejecución	
Durante la ejecución del proyecto	
Indicadores de éxito	
• Permanencia de la vegetación forestal en las áreas colindantes con el proyecto	
Acciones de respuesta	
• Suspensión de labores y revisión de las medidas de mitigación (reunión con trabajadores). • Incorporación de medidas de compensación "reforestación", de acuerdo a la cantidad de individuos y especies afectadas.	
Ubicación	
Áreas colindantes con el polígono del proyecto	

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Rescate y reubicación de flora (cactáceas)</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Pérdida de biodiversidad
• Erosión de suelo</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Se llevará a cabo el rescate y la reubicación de las especies de cactáceas que, en su caso, se identifiquen dentro del área del proyecto, lo cual se presenta detalladamente en el programa de rescate y reubicación de flora, estas actividades se desarrollarán durante las etapas de preparación del sitio, rescatando las especies susceptibles identificadas en el proyecto, haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles a daño alguno. Dichas especies se trasplantarán en el área temporal propuesta.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preventiva (Pr)</td><td>Mitigador</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preparación del sitio (PR)</td><td rowspan="2">• Supervisión de programa de rescate de flora
• Reportes de actividades con evidencia fotográfica
• Seguimiento a trasplantes de individuos</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Previo a las actividades de preparación de sitio, desmonte y despalme.</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Establecimiento adecuado de especies trasplantadas y porcentaje de sobrevivencia.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• No se iniciarán actividades de desmonte sin haber realizado la liberación del área.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área de proyecto</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Reforestación</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Pérdida de biodiversidad
• Erosión de suelo</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Se llevará a cabo la reforestación de las especies de vegetación que se verán afectadas con la ejecución del área del proyecto, en el área temporal del proyecto, lo anterior se presenta detalladamente en el programa de reforestación (anexo al presente Estudio Técnico Justificativo), estas actividades se desarrollarán durante la etapa de preparación del sitio reforestando las especies susceptibles identificadas en el proyecto, haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles a daño alguno.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Compensación (Cm)</td><td>Mitigador</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>Preparación del sitio</td><td rowspan="3">• Supervisión de programa de Reforestación
• Reportes de actividades con evidencia fotográfica
• Seguimiento de reforestación de individuos</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preparación del sitio</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Establecimiento adecuado de especies de flora y porcentaje de sobrevivencia</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área de reforestación</td></tr>
</table>

Fauna

Nombre de la medida	
Rescate y reubicación para especies de fauna	
Impactos atendidos	
• Protección al suelo y agua	
Descripción de la medida	
Se llevará a cabo la identificación, ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna de fauna, previo a las actividades de preparación del sitio y construcción haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas, lento desplazamiento o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Anexo Normativo III, publicado en el DOF el día 14 de noviembre de 2019 y el 04 de marzo 2020 susceptibles a daño alguno. Se presenta la propuesta del Programa de rescate de fauna por cada grupo faunístico donde se describe detalladamente las acciones a realizar.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Preventiva (Pr)	Mitigador
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
PS y CO	• Reportes de actividades con evidencia fotográfica
Temporalidad de ejecución	
Previo a las actividades de preparación del sitio y construcción.	
Indicadores de éxito	
• Consistencia entre las especies reportadas y las rescatadas; • Número de individuos liberados	
Acciones de respuesta	
• Aumentar la frecuencia de recorridos de monitoreo de fauna.	

Erosión de los suelos

Nombre de la medida	
Presas filtrantes de gavión	
Impactos atendidos	
• Protección al suelo y agua	
Descripción de la medida	
Con la finalidad de compensar el deterioro que el proyecto pudiera causar en el factor agua y suelo, se construirán presas de gavión que se colocan transversalmente al flujo del agua o escurrimiento. El gavión se define como cajas o canastas formadas por malla de alambre de acero galvanizado, las cuales se rellenan de piedra. Estas permitirán disminuir la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo, reducir la erosión hídrica, retener azolves, además de favorecer en la retención e infiltración de agua.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Compensación (Cm)	• Mitigador, • Constructor • Supervisor de obra
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
Preparación del sitio (PS)	• Supervisión de programa de conservación de suelo • Reportes de actividades con evidencia fotográfica. • Ubicación de las obras.
Temporalidad de ejecución	
Durante el desarrollo del proyecto.	
Indicadores de éxito	
• Captación de suelo • Disminución de erosión	
Ubicación	
• Las obras de conservación se ubicarán en diversos en áreas que cuenten con las condiciones idóneas para la edificación de las mismas, incluyendo la disponibilidad de material para su construcción.	

Medidas para mitigar la capacidad de almacenamiento de carbono

Nombre de la medida	
Reforestación	
Impactos atendidos	
• Pérdida de biodiversidad • Erosión de suelo	
Descripción de la medida	
Se llevará a cabo la reforestación de las especies de vegetación que se verán afectadas con la ejecución del área del proyecto, en el área temporal del proyecto, lo anterior se presenta detalladamente en el programa de reforestación (anexo al presente Estudio Técnico Justificativo), estas actividades se desarrollarán durante la etapa de preparación del sitio reforestando las especies susceptibles identificadas en el proyecto, haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles a daño alguno.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Compensación (Cm)	Mitigador
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
Preparación del sitio	• Supervisión de programa de Reforestación • Reportes de actividades con evidencia fotográfica • Seguimiento de reforestación de individuos
Temporalidad de ejecución	
Preparación del sitio	
Indicadores de éxito	
• Establecimiento adecuado de especies de flora y porcentaje de sobrevivencia	
Ubicación	
• Área de reforestación	

Medidas para mitigar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

Nombre de la medida	
Presas filtrantes de gavión	
Impactos atendidos	
• Protección al suelo y agua	
Descripción de la medida	
Con la finalidad de compensar el deterioro que el proyecto pudiera causar en el factor agua y suelo, se construirán presas de gavión que se colocan transversalmente al flujo del agua o escurrimiento. El gavión se define como cajas o canastas formadas por malla de alambre de acero galvanizado, las cuales se rellenan de piedra. Estas permitirán disminuir la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo, reducir la erosión hídrica, retener azolves, además de favorecer en la retención e infiltración de agua.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Compensación (Cm)	• Mitigador, • Constructor • Supervisor de obra
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
Preparación del sitio (PS)	• Supervisión de programa de conservación de suelo • Reportes de actividades con evidencia fotográfica. • Ubicación de las obras.
Temporalidad de ejecución	
Durante el desarrollo del proyecto.	
Indicadores de éxito	
• Captación de suelo • Disminución de erosión	
Ubicación	
• Las obras de conservación se ubicarán en diversos en áreas que cuenten con las condiciones idóneas para la edificación de las mismas, incluyendo la disponibilidad de material para su construcción.	

Calidad del agua

Nombre de la medida	
Remediación de suelos por derrame de hidrocarburos	
Impactos atendidos	
• Calidad del agua superficial; • Calidad del agua subterránea; • Composición fisicoquímica del suelo; • Perdida de vegetación.	
Descripción de la medida	
En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. En caso de retiro se deberá enviar a una empresa autorizada para su tratamiento o confinamiento.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Remediación (Re)	Constructor y Supervisor Ambiental
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
PS y CO	• Identificación de derrames dentro del área de afectación por parte del supervisor; • Manifiesto de disposición final de RP por parte de la constructora.
Temporalidad de ejecución	
PS y CO	
Indicadores de éxito	
• Ausencia de derrames de hidrocarburos. • Ausencia de hidrocarburos en el agua superficial y subterránea. • Disposición final de residuos peligrosos.	
Acciones de respuesta	
• Acciones de recolección y saneamiento de suelos y/o agua contaminados.	
Ubicación	
• Frentes de trabajo.	

Medidas de mitigación generales

Nombre de la medida	
Delimitación del área del proyecto	
Impactos atendidos	
• Protección al suelo, fauna, flora y paisaje.	
Descripción de la medida	
Previo a las actividades de despalme, en la preparación del sitio, se realizará la delimitación del área del proyecto por medio de flejes, estacas y/o algún otro elemento, con la finalidad de evitar afectar sitios aledaños o no considerados en la presente manifestación de Impacto Ambiental. La superficie delimitada deberá coincidir con la solicitada para el proyecto de 20.3390 ha, los flejes, estacas y/o elemento de delimitación deberá colocarse cada 10 metros de distancia uno del otro o a una distancia visible sin perder de vista el anterior.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Preventiva (Pr)	Constructor y Supervisor de Obra
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
Preparación del sitio	• Identificación de flejes y/o estacas • Delimitación visible en campo con referencia en Coordenadas UTM.
Temporalidad de ejecución	
Durante la ejecución del proyecto	
Indicadores de éxito	
• No se presenten disturbios en la vegetación, suelo y paisaje de áreas aledañas, por la implementación del proyecto.	
Acciones de respuesta	
• Suspensión de actividades hasta cumplir con las especificaciones.	
Ubicación	
• Polígono del Proyecto.	

Nombre de la medida	
Almacén de Residuos Peligrosos	
Impactos atendidos	
• Calidad de agua superficial; • Calidad de agua subterránea; • Contaminación visual; • Alteración de composición físico-química del suelo.	
Descripción de la medida	
Establecer una zona para almacenar los residuos peligrosos y materiales peligrosos que se vayan a utilizar y generar en la obra. Siempre y cuando un área del almacén sea delimitada y señalada únicamente para los materiales y otra área exclusivamente para los residuos. La zona establecida como almacén debe encontrarse fuera de zonas que sean consideras como terrenos forestales con el fin de no causar afectación de fauna, vegetación o suelos. El almacén de residuos peligrosos deberá cumplir con las características establecidas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Reducción (Rd)	Constructor y Supervisor de Obra
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
PS y CO	• Presentar manifiestos de la disposición final de los residuos peligrosos. • Bitácora del almacén de residuos peligrosos. • Verificación visual de los almacenes.
Temporalidad de ejecución	
Previo a las actividades de ps y co	
Indicadores de éxito	
• Área de afectación del proyecto libre de residuos peligrosos • Buena calidad de agua superficial	
Acciones de respuesta	
• Acciones de recolección y manejo adecuado de los residuos	
Ubicación	
• Áreas de afectación directa del proyecto.	

Nombre de la medida	
Baños portátiles	
Impactos atendidos	
• Contaminación del suelo • Contaminación del agua • Olores	
Descripción de la medida	
Se propone la colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario, debiendo realizar el depósito o tratamiento de los residuos de acuerdo con las alternativas que brinde la región.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Preventiva (Pr)	Constructor y Supervisor Ambiental
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
PS y CO	• Verificación visual del estado de los sanitarios portátiles. • Bitácora de la limpieza de los baños. • Autorización para el manejo de los residuos de la empresa que realiza la limpieza de los baños. • Asignación y movilidad acorde a los frentes de trabajo.
Temporalidad de ejecución	
Durante la etapa de preparación y construcción hasta que el contingente de trabajadores sea menor a 15 personas.	
Indicadores de éxito	
• Ausencia de fecalismo en el área de afectación del proyecto • Disminución de olores en el área de afectación del proyecto • Mejor calidad de aire	
Acciones de respuesta	
• Acciones de saneamiento de agua y/o suelo contaminado. • Suspensión de actividades hasta cumplir con la presente medida.	
Ubicación	
• Área de proyecto.	

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Contenedores de Residuos Sólidos Urbanos</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Dispersión de RSU en el área de afectación;
• Contaminación visual;
• Deposición de RSU en agua superficial;
• Incidencia de fauna en el área de afectación por residuos orgánicos;
• Composición física del suelo.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Llevar a cabo la colocación de contenedores para la recolección de residuos sólidos urbanos, distribuidos en las áreas de generación. Su disposición deberá ser periódica y en rellenos sanitarios autorizados.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preventiva (Pr)</td><td>Constructor</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="2">• Verificar la proporcionalidad de contenedores conforme a los frentes de trabajo y el número de trabajadores así como la cantidad de RSU generada.
• Comprobante del manejo y disposición final de los RSU generados en el proyecto.</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Durante la preparación del sitio de la obra y construcción. La recolección de los residuos deberá hacerse al menos 1 vez por semana. Se podrá hacer en coordinación con la entidad facultada para la disposición final en relleno sanitario.</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área de afectación libre de RSU
• Reducción de:
○ Contaminación visual;
○ Deposición de RSU en agua superficial;
○ Incidencia de fauna en el área de afectación por residuos orgánicos.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Acciones de recolección y manejo adecuado de los residuos.
• Capacitar de nuevo a los empleados sobre el manejo de residuos y cumplimiento de las medidas de mitigación.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Resguardo de maquinaria</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Impactos al suelo y flora</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">El sitio que sea propuesto para el resguardo de maquinaria y almacén de residuos deberá establecerse dentro del área del proyecto que ya se encuentren desprovistas de vegetación y no se deberán afectar zonas no consideradas para el proyecto.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución:</th></tr>
<tr><td>Preventiva (Pr)</td><td>Constructor y Supervisor de Obra</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Revisión visual del resguardo de maquinaria.</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Que no esté presente maquinaria en zonas no consideradas para el proyecto.
• Vegetación y suelo aledaños al proyecto sin afectar.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Suspensión de actividades hasta cumplir con las especificaciones de la presente medida.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto.</td></tr>
</table>

Nombre de la medida	
Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.	
Impactos atendidos	
• Contaminación a la atmósfera. • Contaminación del suelo. • Contaminación auditiva. • Contaminación del agua superficial.	
Descripción de la medida	
Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, de preferencia en un centro de servicio especializado. En caso de realizar el mantenimiento en el área del proyecto, el suelo debe ser cubierto por una membrana impermeable y otra absorbente, además de contar con un kit para atender derrames, el cual puede estar conformado por un tambo, una pala y aserrín. El mantenimiento debe cumplir con las siguientes acciones: •Mantener los dispositivos anticontaminantes de acuerdo con las especificaciones de la maquinaria. •Afinación de motores. •Servicio de filtro de aire. •Cambio de aceite. •Cambio de filtro de combustible.	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Reducción (Rd)	Constructor y Supervisor Ambiental
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
PS y CO	• Implementación y revisión periódica de bitácora de mantenimiento vehicular. • Verificación de mantenimiento preventivo de maquinaria de desmonte de aerogeneradores.
Temporalidad de ejecución	
Según los requerimientos y especificaciones del tipo de maquinaria utilizada.	
Indicadores de éxito	
• Disminución de humos por mala combustión; • Ausencia de exceso de ruido en motores de maquinaria. • Ausencia de derrames de hidrocarburos sobre el suelo.	
Acciones de respuesta	
• Acciones de control de contaminantes y ruido con base a la NOM-041-SEMARNAT-1993, NOM-045-SEMARNAT-1994 y NOM-080-SEMARNAT-1994.	
Ubicación	
Con la finalidad de evitar reparaciones en el sitio del proyecto, los mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria se realizarán en sitios previamente delimitados y/o talleres especializados.	

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Jornadas laborales diurnas</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Contaminación auditiva,
• Contaminación lumínica,
• Procesos biológicos en fauna.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Las actividades de preparación del sitio se deberán realizar durante el día, evitando la instalación de reflectores, equipos o actividades ruidosas o luminosas que afecten el desplazamiento de la fauna durante la noche.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Reducción (Rd)</td><td>Constructor y Supervisor Ambiental</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Horarios laborales
• Cronograma de actividades</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preparación del sitio</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Ausencia de luces reflejantes
• Ausencia de ruidos en la noche
• Presencia de fauna durante los recorridos de monitoreo.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Frentes de trabajo.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Equipo de protección personal</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Riesgos
• Integridad personal de los trabajadores</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Los trabajadores que laboren en la preparación del sitio y construcción de la obra deberán usar equipo de protección personal, el cual deberá constar como mínimo, de:
• Casco
• Guantes
• Zapatos de seguridad
• Chaleco de seguridad
• Lentes de seguridad
De acuerdo con la NOM-031-STPS-2011, punto 6 Obligaciones de los trabajadores, apartado 6.3 Utilizar el equipo de protección personal proporcionado por el patrón, el contratista o subcontratista, de acuerdo con los procedimientos de uso, revisión, reposición, limpieza, mantenimiento, resguardo y disposición final.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Medida de prevención</td><td>Supervisor de obra y constructor</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th rowspan="3">Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Durante la realización del proyecto.</td><td>• Revisión visual
• Reglamento interno
• NOM-031-STPS-2011</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Cero accidentes
• Cumplimiento del reglamento interno y la NOM-031-STPS-2011</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Suspensión de actividades hasta cumplir con las especificaciones de la presente medida.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto, vehículos de transporte y maquinaria pesada.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Remediación de suelos por derrame de hidrocarburos</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Calidad del agua superficial;
• Calidad del agua subterránea;
• Composición fisicoquímica del suelo;
• Perdida de vegetación.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. En caso de retiro se deberá enviar a una empresa autorizada para su tratamiento o confinamiento.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Remediación (Re)</td><td>Constructor y Supervisor Ambiental</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Identificación de derrames dentro del área de afectación por parte del supervisor;
• Manifiesto de disposición final de RP por parte de la constructora.</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Ausencia de derrames de hidrocarburos.
• Ausencia de hidrocarburos en el agua superficial y subterránea.
• Disposición final de residuos peligrosos.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Acciones de recolección y saneamiento de suelos y/o agua contaminados.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Frentes de trabajo.</td></tr>
</table>

Nombre de la medida	
Límite de velocidad en el área de afectación.	
Impactos atendidos	
• Contaminación del aire • Afectaciones directas a la fauna.	
Descripción de la medida	
El equipo de transporte y maquinaria deberán circular a una velocidad menor a 30km/h dentro del área del proyecto, para esto, se deberán colocar letreros de señalamiento de velocidad para el tránsito (de 2 a 6 señalamientos).	
Tipo de medida	**Responsable de ejecución**
Reducción (Rd)	Constructor y Supervisor Ambiental
Etapa de aplicación	**Mecanismo de revisión y seguimiento**
PS y CO	• Verificar puntos estratégicos de ubicación de señalética; • Verificar la instalación de señalamientos del límite máximo de velocidad.
Temporalidad de ejecución	
PS y CO	
Indicadores de éxito	
• Ausencia de accidentes de tránsito. • Calidad del aire. • Ausencia de atropellos de fauna silvestre.	
Acciones de respuesta	
• Capacitación de nuevo a los empleados en el cumplimiento de la medida. • Suspensión de actividades hasta cumplir con las especificaciones de la presente medida de mitigación.	
Ubicación	
• Áreas del proyecto.	

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Riego de materiales</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Calidad del aire
• Erosión</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Durante los procesos de despalme, deberá realizarse riego previo de los materiales con la finalidad de evitar la dispersión de partículas suspendidas, se recomienda realizar 2 riegos de materiales a la semana y/o cuando el material lo requiera, esto puede variar de acuerdo a la época del año.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Medidas de reducción (Rd)</td><td>Constructor</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Bitácoras de riego
• Evidencia fotográfica.</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Conforme al cronograma del proyecto</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Mejora en la calidad de aire</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Disminución perceptible de partículas suspendidas</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Suplir lo más pronto posible el riego de materiales, solamente si este lo requiere (época de sequía y/o fuertes vientos).</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Cubiertas en contenedores o camiones</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Calidad de aire
• Dispersión de partículas</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Las cajas o contenedores de los camiones de transporte de material deberán ser cubiertas con lona para evitar dispersión de partículas, se deberán cubrir todos los camiones o contenedores empleados en la realización del proyecto.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Reducción (Rd)</td><td>Constructor</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Registro de camiones
• Evidencias fotográfica</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Durante la etapa de preparación y construcción</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Disminución visible de partículas
• Calidad del aire
• Camiones transportando el material cubierto con una lona.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Suspensión de actividades hasta cumplir con las especificaciones de la presente medida.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• En todo el trayecto del camino y/o vehículos de transporte.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Limpieza</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Contaminación del agua
• Contaminación del suelo
• Calidad del paisaje</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Establecer un programa de limpieza que incluya la recolección de residuos sólidos urbanos.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preventiva (Pr)</td><td>Supervisor ambiental</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Evidencia Fotográfica</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Ausencia de residuos sólidos en el área del proyecto.
• Ausencia de residuos o azolves en las cunetas.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Acciones de recolección y manejo adecuado de los residuos.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Educación ambiental</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Agua superficial
• Características físico-químicas del suelo
• Flora
• Fauna
• Paisaje</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Se impartir capacitaciones de educación ambiental de forma periódica a todos los trabajadores para crear una conciencia ambiental. Los temas mínimos a tratar deberán de ser:
• La identificación y correcto manejo de residuos peligrosos
• Residuos sólidos urbanos, uso correcto de los contenedores y ceniceros
• Importancia de la flora y fauna
• Protección del suelo durante los mantenimientos de maquinaria (en caso de realizarla en el sitio)</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Prevención (Pr)</td><td>Constructor y mitigador</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Listas de asistencia a las capacitaciones.
• Reportes de trabajo.</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• El total del personal capacitado.
• Cumplimiento de los índices de éxito de las otras medidas de prevención y mitigación.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Rediseño de la metodología de las capacitaciones.
• Impartir de nuevo las capacitaciones al personal.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Señalización</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Atropellamiento de la fauna
• Calidad del agua</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Colocar letreros de precaución que indiquen la presencia de animales en camino junto a los letreros correspondientes a la velocidad permitida, para disminuir el riesgo de atropellamiento de fauna.
Colocar letreros que prohíban tirar basura en el área del proyecto.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Preventiva (Pr)</td><td>Constructor y Supervisor Ambiental</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td><td rowspan="3">• Evidencia Fotográfica</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>PS y CO</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Ausencia de fauna atropellada.
• Ausencia de residuos sólidos en el área del proyecto.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Acciones de respuesta</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Aumentar el número de letreros.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Nombre de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">Desmonte de manera manual</td></tr>
<tr><th colspan="2">Impactos atendidos</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Protección al suelo, agua, fauna y flora</td></tr>
<tr><th colspan="2">Descripción de la medida</th></tr>
<tr><td colspan="2">El proceso de desmonte para los estratos arbóreos y arbustos deberá seguir las siguientes actividades para garantizar el adecuado retiro de la vegetación:
1. Marqueo del arbolado ubicado en el área del proyecto, en compañía de personal técnico forestal.
2. Derribo direccionado del arbolado mediante motosierra, evitando dañar vegetación fuera de la zona del proyecto.
3. En áreas en donde el estrato arbustivo posea tallas pequeñas se realizará el proceso de desmonte con ayuda de maquinaria pesada.
4. El material vegetal muerto deberá ser esparcido en el área propuesto para dicha obra, esto se realizará en conjunto con el top soil, conforme se finalicen las actividades, buscando que quede disperso a lo largo de toda el área propuesta, esto con el fin de reducir la energía del agua en su impacto con el suelo durante la precipitación, y reducir la velocidad del viento, por lo tanto propiciar la conservación de la humedad del suelo y reducir la erosión eólica. Las coordenadas del área propuesta se describen en el programa de obras de suelos.</td></tr>
<tr><th>Tipo de medida</th><th>Responsable de ejecución</th></tr>
<tr><td>Reducción (Rd)</td><td>Constructor y Supervisor de Obra</td></tr>
<tr><th>Etapa de aplicación</th><th>Mecanismo de revisión y seguimiento</th></tr>
<tr><td>Preparación del sitio</td><td rowspan="3">• Bitácora el inicio de cada una de las actividades.
• Reporte fotográfico el cumplimiento de cada acción.</td></tr>
<tr><th>Temporalidad de ejecución</th></tr>
<tr><td>Desmonte</td></tr>
<tr><th colspan="2">Indicadores de éxito</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Ausencia de vegetación y fauna quemada.
• Calidad del aire.
• Ausencia de olores por quema de vegetación.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Ubicación</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Área del proyecto.</td></tr>
</table>

VI.2. Impactos residuales

Es el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. En este apartado se describen los impactos ambientales residuales y medidas propuestas ya aplicadas y comparadas con la matriz de identificación de impactos (Capítulo V).

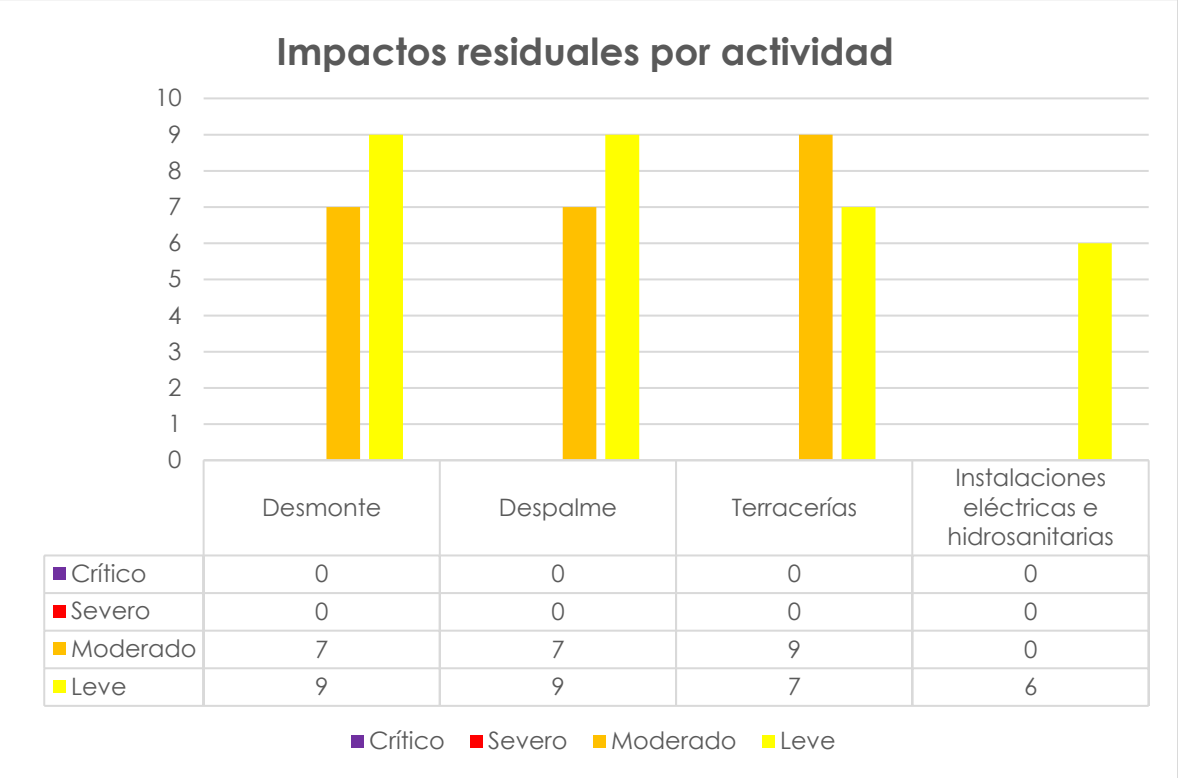
Tabla VI. 5. Matriz de impactos residuales.

Matriz de identificación de Impactos residuales		Preparación del sitio		Construcción	
		Desmonte	Despalme	Terracerías	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias
Agua	Superficial	-25	-25	-32	29
	Subterránea	-24	-24	-30	30
Suelo	Erosión	-33	-33	-27	0
	Características Físico Químicas	-23	-23	-27	-14
	Permeabilidad	-19	-19	-26	0
	Geomorfología	0	0	-38	0
	Estructura del suelo	-37	-37	-28	0
Atmósfera	Calidad del Aire	-24	-24	-17	-20
	Estado acústico	-17	-17	-17	-10
	Olores	-21	-21	-17	-9
Flora	Vegetación	-36	-36	0	0
Fauna	Fauna Terrestre	-14	-14	-10	-10
	Fauna Acuática	0	0	0	0
Paisaje	Relieve	-29	-29	-36	0
	Apariencia visual	-26	-26	-33	0
	Biológico	-26	-26	-22	0
Social	Bienestar social	-31	-31	-24	24
	Riesgo	-11	-11	-11	-11
Económico	Empleo	17	17	13	19
	Ingreso	16	16	16	17

Para visualizar de una mejor forma el efecto que tendrán las medidas de prevención y mitigación en los impactos negativos se presenta la siguiente gráfica.

La gráfica muestra el promedio de los impactos por indicador que se producirán una vez implementadas las medias de mitigación.

Gráfica. VI. 1. Impactos con medidas de prevención y mitigación.



La implementación de las medidas preventivas y de mitigación contrarrestará los impactos ambientales negativos en gran medida.

Los impactos residuales obtenidos posteriores a la implementación de medidas de mitigación seguirán presentes por su naturaleza, afectando factores como agua, suelo y paisaje, sin embargo estos impactos son de manera fugaz y/o temporal. Asimismo, al ser impactos negativos de menor nivel se consideran un impacto leve. Algunos de ellos presentan un alto nivel de impacto (desmonte, despalme y terracerías) debido a que su temporalidad es permanente, sin embargo siguen siendo impactos de nivel leve y/o moderados.

En conclusión las medidas propuestas son lo suficientemente efectivas para contrarrestar los impactos que se generarían por la ejecución del proyecto, ya que disminuyen en gran medida el efecto de los impactos, y los impactos residuales existentes son considerados en su mayoría con un impacto leve.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. Pronóstico del escenario

El pronóstico o proyección ilustra el resultado de la acciones de las medidas correctivas o de mitigación, sobre los impactos ambientales relevantes y críticos. A continuación se presenta el escenario original y los pronósticos generados por el desarrollo del proyecto considerando las medidas de mitigación.

Tabla VII. 1. Niveles de calidad ambiental.

Niveles de calidad ambiental
Original
Escasamente modificado
Moderadamente modificado
Totalmente modificada

Tabla VII. 2. Condiciones del área de estudio sin proyecto y con proyecto con y sin medidas de mitigación.

Elemento	Sin proyecto	Proyecto	
	Condición actual	Sin medidas de mitigación	Con medidas de mitigación
Agua	Escasamente modificado	Moderadamente modificado	Escasamente modificado
Suelo	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado
Atmósfera	Moderadamente modificado	Escasamente modificado	Escasamente modificado
Flora	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado	Escasamente modificada (+)
Fauna	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado	Escasamente modificado
Paisaje	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado
Social	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado (+)	Moderadamente modificado (+)
Económico	Moderadamente modificado	Moderadamente modificado (+)	Moderadamente modificado (+)

Con base en el diagnóstico del sistema ambiental, en los impactos ambientales provocados por la realización de las obras del proyecto, así como en las medidas de prevención, mitigación y restauración, se pueden establecer las tendencias de los elementos sujetos a cambio, tal como se describe a continuación.

VII.1.1 Descripción del escenario en condiciones actuales.

En el escenario actual del sitio para el desarrollo del proyecto las condiciones son buenas y según la evaluación en el diagnóstico ambiental presenta una calidad visual baja y fragilidad visual media, lo que determina una sensibilidad paisajística media. Esta calidad fue evaluada en base a los elementos de agua, suelo, atmósfera, flora, fauna, paisaje, social y económico, los cuales se describen detalladamente en el capítulo IV del presente manifiesto.

El paisaje corresponde a una pendiente de entre 0 – 30% cuenta con vegetación de Matorral Desértico Micrófilo. La cubierta vegetal muestra poca significancia en la configuración escénica debido al bajo contraste, formas comunes y limitada variedad e intensidad cromática entre suelo, roca y vegetación. Se observa vegetación dispersa, ausencia de cuerpos de agua y falta de registros de fauna en los puntos de observación.

El factor causativo de degradación que se presenta dentro del SA es la pérdida de suelo superficial por acción por acción del viento y una pequeña porción por agua, mismos que llegan a ocasionar disminución en el espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción uniforme del material del suelo.

VII.1.2 Descripción del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación

Toda obra genera impactos ambientales negativos debido a que se modifica el ecosistema. Los elementos del sistema ambiental se encuentran en su estado moderadamente modificado.

Ejecutar esta obra sin implementar las medidas de mitigación provocaría diversos daños al medio ambiente que pueden evitarse:

- La contaminación del suelo por: derrame de residuos peligrosos y sustancias peligrosas, residuos sólidos urbanos, aguas residuales.
- La pérdida de suelo debido a la erosión provocada por el tránsito de los vehículos, el viento, el agua y el movimiento de suelo con maquinaria.
- La contaminación del agua superficial por el derrame de residuos y sustancias peligrosas, y por el vertimiento de los desechos de aguas residuales.
- El daño a la vegetación aledaña a la zona del proyecto.
- Pérdida de fauna.
- Contaminación del aire por dispersión de partículas debido al tránsito de vehículos y el movimiento de suelo durante la preparación del sitio.
- Una mayor modificación del paisaje.

Los impactos ambientales que se generarían al no aplicar las medidas son diversos, y de distinta magnitud, sin embargo todos son de relevancia.

VII.1.3 Descripción del escenario con proyecto y medidas de mitigación

Durante el desarrollo del proyecto se asegurará la ejecución correcta de cada una de las medidas de mitigación emitidas en el Capítulo VI del presente estudio.

La ejecución de la obra con la implementación de las medidas de mitigación permitirá que el proyecto se desarrolle en armonía con el medio ambiente:

- Se evitará en medida de lo posible la contaminación del agua y suelo, independientemente del tipo de residuo, ya que estará prohibido desechar residuos al aire libre. En caso de haber algún derrame accidental de residuos peligrosos o sustancias peligrosas se realizará la remediación correspondiente para evitar afectaciones.
- Se conservará el suelo debido a que habrá una baja erosión.
- Se tendrá una mejor calidad del aire debido a que se implementaran medidas para evitar la suspensión de partículas a la atmósfera.
- Se conservarán en gran medida las poblaciones de fauna ya que se pondrán en práctica medidas para protegerla, ahuyentarla y reubicarla.
- Se preservará la calidad del agua subterránea.
- Las obras de conservación de suelo ayudaran a la mejora de las condiciones del suelo, reduciendo la erosión y mejorando la infiltración.

En conclusión, las etapas del área del proyecto poniendo en práctica las medidas de prevención, mitigación y compensación generarán impactos al medio ambiente en menor magnitud. Es improbable la ejecución de una obra con cero impactos ambientales, pero si es posible disminuirlos al máximo, es por esto la importancia de llevar a cabo las medidas propuestas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

VII.2. Evaluación de alternativas

El presente apartado describe las alternativas del proyecto considerando los criterios de ubicación, tecnológicos y reducción de superficie.

Alternativas de ubicación

El fraccionamiento Residencial Chihuahua III se ubicará en la Ciudad de Chihuahua en el Lote de fusión de Parcela 91, Parcela 92 y Parcela 102, de la zona 3, polígono 1/1, Ejido Labor de Dolores.

Tecnología

El proyecto comprende el uso de materiales de primera calidad en uso en los materiales y procedimientos conforme a las Normas Técnicas Nacionales e Internacionales en todas sus etapas.

Reducción de superficie

El proyecto del Residencial Chihuahua III cuenta con una superficie de 16.9747 ha de área.

VII.3. Conclusiones generales

Los impactos generados por la realización del proyecto serán moderados y leves si no se aplican las medidas de mitigación propuestas, no obstante, con su correcta aplicación y seguimiento los impactos serán reducidos y mitigados.

El proyecto en cuestión ocasionará impactos ambientales a nivel local que pueden ser prevenidos, compensados y mitigados, es decir, su magnitud puede ser disminuida.

Con base en la correcta aplicación de las medidas de mitigación, se favorecerá la conservación de la flora y fauna presentes en el área, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio ambiental y la estabilidad del sistema en el largo plazo.

La aportación de mayor importancia de este proyecto, es que como parte de sus medidas de mitigación y compensación, contempla una serie de programas y acciones que permitirán recuperar sitios dañados procedentes de la obra, así como parte del deterioro existente en la zona.

Que el proyecto cuenta con las factibilidades técnicas y económicas necesarias para llevarse a cabo, sin detrimento del factor ambiental y social como determinante de la sustentabilidad y éxito a largo plazo de la actividad en la región.

VII.4. Programa de Monitoreo

Para el proyecto "Residencial Chihuahua III" se requiere una adecuada vigilancia ambiental, por lo que se elaborara:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Reporte fotográfico.
- Programa de reforestación.
- Programa de rescate y reubicación de fauna.
- Programa de rescate y reubicación de flora (cactáceas)
- Programa de obras de conservación de suelos.

Los programas que se anexan al presente estudio tienen como objetivo asegurar la recuperación, restitución, protección y conservación de los diferentes factores, así como para ejecutar medidas para que el ecosistema no pierda el equilibrio natural antes del desarrollo del proyecto, además se tiene el objetivo de controlar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas que resulten del resolutivo del impacto ambiental y las referidas en el propio estudio.

Las acciones establecidas en los programas corresponden a aquellas actividades que generan impactos sobre los factores ambientales considerados en la matriz de impactos, para lo cual se determina el tipo de gestión y la forma de medición o de control a través de los indicadores que permitan dar el adecuado seguimiento y valoración del cumplimiento respectivo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Regiones Terrestres Prioritarias de México, Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

Atlas Nacional Interactivo de México (ANIM), http://www.atlasdemexico.gob.mx

Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad: Regional, SEMARNAT. http://www.semarnat.gob.mx/Pages/Inicio.aspx.

Sosa, C. M. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Apuntes. Carrera; Ingeniero en Ecología. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, México.

COTECOCA 1990. Tipos de vegetación de México. Comisión Técnica para la determinación regional de los coeficientes de agostadero. SARH. México, D.F.

Ayala-Islas, D., R. Rodríguez-Estrella y B. Granados. 2005. Ficha técnica de Accipiter cooperii. En: Escalante, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-Conabio. Proyecto W042. México. D.F.

Rodríguez-Estrella, R., L. Rivera-Rodríguez. 2005. Ficha técnica de Aquila chrysaetos. En: Escalante, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-Conabio. Proyecto W042. México. D.F.

Cartas topográficas H12b88 y H12b89, escala 1:50,000 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Instituto Nacional de Geografía e Historia, II Conteo de Población y Vivienda, 2005.

VOSS RS y LH EMMONS. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the American Museum of Natural History 230:1-115.

Rzedowski, 1978, Vegetación de México. Ed. Limusa, México.

Diccionario de datos fisiográficos escala 1:1 000 000, Base de datos geográficos, INEGI, 2000.

Diccionario de datos climáticos escala 1:1 000 000, Base de datos geográficos, INEGI, 2000.

Diccionario de datos edafológicos escala 1: 250,000, Base de datos geográficos, INEGI, 1998.
Diccionario de datos geológicos escala 1: 250,000, Base de datos geográficos, INEGI, 1998.

Viramontes, O. 2009. Manual para determinar pérdida de suelos en cuencas hidrológicas. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua, Dirección de Extensión y Difusión.

Cardoza, R., Cuevas, L. García J.,et al. Manual de Obras y Prácticas. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. 3er edición. Zapopan, Jalisco. Comisión Nacional Forestal.

Plan Nacional de Infraestructura 2014-2018, Gobierno de la República Mexicana.

CONAFOR, 2013. Protección, restauración y conservación de suelos forestales.

Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante, J. Valls y J. Domínguez. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos. SEO/BirdLife, Madrid. España.

Erickson W., G. Johnson, D. Young, D. Strickland, R. Good, M. Bourassa, K. Bay y K. Sernka. 2002. Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments. Informe de Bonneville Power Administration. Estados Unidos.

Jenkins A.R., C.S. van Rooyen, J.J. Smallie y H.A. Smith. 2011. Best practice guidelines for avian monitoring and impact mitigation at 31 proposed wind energy development sites in southern Africa. Wildlife and energy program of the Endangered Wildlife Trust and BirdLife South Africa. Sudáfrica.

Kunz T., E. Arnett, B. Cooper, W. Erickson, R. Larkin, T. Mabee, M. Morrison, D. Strickland y J. M. Szewczak. 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: A guidance document. The Journal of Wildlife Management. Estados Unidos.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF) 21 de Noviembre de 2014.

Arredondo, A., Sánchez, F., 2007. Folleto técnico No. 31, Guía técnica para la protección y rescate de cactáceas por eventos de perturbación. San Luis Potosí, México.

Ackerman, L. 1999. The Biology, Husbandry and Health Care of Reptiles. Vol 2. T.F.H.Publications Inc. USA.

Campbell, J. and W. Lamar. 1989. Venemous Reptiles of Latin America. Cornell University Press. Ithaca. New York. USA.

Casas G. et al. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. Primera edición.Instituto de Biología. UNAM. México D.F. 68 pp.

Ceballos G. y FE ccardi. 1996. Diversidad de Fauna Mexicana. Segunda edición. CEMEX,S.A de C.V. Agrupación Sierra Madre, S.C. México, D.F. 191 pp.

Bligh, j. and Harthoorn, A.M. (1965). Conti-nuous radiotelemetric records of the deep body temperature of some unrestrained African mammals under near-natural conditions. J. Physiol. Lond. 176: 145.

Klauber M. L. 1972 Rattlesnakes: their habits, life histories and influence on mankind. Second edition. Berkeley and Los Angeles, Univ. California Press. Vol. I y II.

Lazcano-Barrero et al. 1984. Estudio y conservación de anfibios y reptiles, una propuesta. Segunda edición. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa Veracruz. México.44pp.

Nostrand y Jold. 1972. Grzimek´s Animal Life Enciclopedy.Vol 6. 460-466 Camp Editores. England.

Richards, J. D. & J. Short. 2003. Reintroduction and establishment of the western barred bandicoot Perameles bougainville (Marsupialia: Peramelidae) at Shark Bay, Western Australia. Biological Conservation 109: 181-195.

Sánchez O. 1998. Biodiversidad. Serpientes de México. Año 4, no. 21.CONABIO. México. D.F. www.conabio.gob.mx

Weindensaul S. 1998. Serpientes del mundo. SUSAETA Ediciones S.A. Singapur. 128 pp.

Andersson, S. 1998. Ultraviolet sexual dimorphism and assortative mating in blue tits. Proceeding of the Royal Society B 265 (1395): pp. 445–50.

Hall M.I. 2008.The anatomical relationships between the avian eye, orbit and sclerotic ring: implications for inferring activity patterns in extinct birds. Journal of Anatomy 212 pp. 781–794.

Hayes B., G.R. Martin y M. de L. Brooke. 1991. Novel area serving binocular vision in the retinae of procellariiform seabirds. Brain, Behavior and Evolution 37: pp. 79–84.

Hötker, H. et al. 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation.
Bergenhusen: Michael-Otto-Institut.

Muheim R., J.B. Phillips y S. Åkesson. 2006. Polarized light cues underlie compass calibration in migratory songbirds. Science 313: pp. 837–839.

Sinclair S. 1985. How Animals See: Other Visions of Our World. Beckenham, Kent: Croom Helm.

Subramanian M. 2012. "An ill wind". Nature Global. España y Estados Unidos. www.biodiversidad.gob.mx

Wolf, C. M., T. Garland, Jr & B. Griffith. 1998. Predictors of avian and mammalian translocation success: reanalysis with phylogenetically independent contrasts. Biological Conservation 86:243-255.

Richards, J. D. & J. Short. 2003. Reintroduction and establishment of the western barred bandicoot Perameles bougainville (Marsupialia: Peramelidae) at Shark Bay, Western Australia. Biological Conservation 109: 181-195.

Bainbridge, D., 2007. A Guide for Desert and Dryland Restoration. Washington, DC.

C. (2005, 08). Catálogo de especies encontradas en campo. GT002. Obtenido 12, 2005, de http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/GT002_Anexo%20Catalogo%20especies.pdf.

Boers, Th.M., et al., 1986. Micro-Catchment-Water-Harvesting (MCWH) for arid zone development. Agricultural Water Management. Elsevier.

CONAFOR, 2023. Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Comisión Nacional Forestal. México.