MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPÍTULO I

"Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;"

AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

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

1.1 Proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Fraccionamiento Los Cobos

1.1.2 Ubicación del proyecto

El “Fraccionamiento Los Cobos” se encuentra ubicado en el municipio de Aguascalientes, al sur de la zona metropolitana de Aguascalientes, a 5 km. Del Entronque con la Av. Siglo XXI, por la Av. Héroe Inmortal, en la zona de mayor desarrollo industrial, a 10 minutos del anillo periférico.

1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

La construcción del proyecto se encuentra prevista para efectuarse en 17 etapas distintas. Asimismo, cada etapa tiene una duración de 12 meses. Finalmente, el proyecto tendrá una vida útil de por lo menos 70 años aunque no se contempla el abandono del sitio.

1.2 Presentación de la documentación legal

1.2.1 Promovente

“BANCO INTERACCIONES”, SOCIDAD ANÓNIMA, INSTITUCIÓN DE BANCA MULTIPLE, GRUPO FINANCIERO INTERACCIONES

1.2.2 Nombre del representante legal

Mauricio Liévanos Núñez

1.2.3 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Séneca 425, Polanco II Sección, C.P. 11530 Ciudad de México. Teléfono 55363746

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.3.1 Nombre o razón social

Ambientat Consultores S.C.

1.3.2 Nombre del responsable técnico del estudio

1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPÍTULO II

"Descripción del proyecto;"

AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

2 Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo 2-7
2.1 Información general del proyecto 2-7
2.1.1 Descripción del proyecto 2-7
2.1.2 Elementos que conforman el desarrollo 2-8
2.1.2.1 Área comercial 2-8
2.1.2.2 Área habitacional 2-9
2.1.2.3 Área barrial y áreas verdes 2-11
2.1.2.4 Centro Deportivo 2-12
2.1.3 Ubicación física del proyecto 2-16
2.1.4 Inversión requerida 2-18
2.2 Descripción física del predio donde se pretende desarrollar el proyecto 2-18
2.2.1 Sobrevuelo vía drone para conocer el estado actual del terreno y obtener su geomorfología con detalle de 10 cm. 2-19
2.2.1.1 Marco Teórico 2-19
2.2.1.1.1 Objetivo del vuelo fotogramétrico 2-20
2.2.1.1.2 Adquisición de imágenes 2-21
2.2.1.1.3 Sensores empleados 2-21
2.2.1.2 Metodología 2-22
2.2.1.2.1 Fase 1 – Planificación de campaña y adquisición de fotografías de campo 2-22
2.2.1.2.2 Captura de fotografías aéreas 2-23
2.2.1.2.3 Fase 2 – Alineación o aerotriangulación 2-24
2.2.1.2.4 Fase 3 – Generación de nubes superdensas de puntos 2-25
2.2.1.3 Resultados del vuelo fotogramétrico 2-27
2.2.1.3.1 Nubes de puntos .LAS 2-27
2.2.1.3.2 Ortofotos 2-28
2.2.2 Aspectos relevantes del predio determinados mediante fotogrametría 2-30
2.2.2.1 Vegetación 2-30
2.2.2.2 Hidrología ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.2.2.3 Hidrología 2-34
2.3 Características particulares del proyecto 2-39
2.3.1 Elementos que constituyen el proyecto 2-39

2.3.2 Programa de trabajo 2-39
2.4 Preparación del sitio ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.4.1.1.1 Despalme ..... **¡Error! Marcador no definido.**
2.5 Descripción de obras y actividades del proyecto 2-47
2.5.1 Etapa de construcción 2-47
2.5.1.1.1 Agua potable 2-48
2.5.1.1.1.1 Tomas de agua 2-48
2.5.1.1.1.2 Cruceros 2-49
2.5.1.1.1.3 Caja de válvulas 2-49
2.5.1.1.1.4 Drenaje pluvial 2-49
2.5.1.1.1.5 Bocas de tormenta 2-50
2.5.1.1.1.6 Tubería 2-50
2.5.1.1.1.7 Red de drenaje sanitario 2-50
2.5.1.1.1.8 Descargas de drenaje 2-51
2.5.1.1.1.9 Pozos de visita 2-51
2.5.1.1.2 Pavimento 2-52
2.5.1.1.2.1 Terracerías 2-54
2.5.1.1.2.2 Capa base 2-54
2.5.1.1.2.3 Guarniciones 2-55
2.5.1.1.2.4 Banquetas 2-55
2.5.1.1.2.5 Pavimentos 2-55
2.5.1.1.2.6 Superficies de intervención 2-57
2.5.2 Etapa de operación y mantenimiento 2-55
2.5.3 Abandono de sitio 2-56
2.5.4 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera 2-56

2 Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

2.1 Información general del proyecto

2.1.1 Descripción del proyecto

El Predio “Los Cobos” se conceptualiza como un desarrollo enfocado a la vivienda Social de nivel popular a través de un desarrollo de 7,600 viviendas, lo que presenta una excelente opción como respuesta a la gran demanda habitacional de la región enfocada en la calidad de vida de los habitantes.

“Los Cobos” es un desarrollo destinado a proporcionar vivienda digna y ambiente familiar y seguro a muchas familias que han encontrado en el gran corredor industrial de Aguascalientes su forma de vida y sustento, se pretende brindar a estas familias la oportunidad de tener su hogar más cerca de su trabajo, lo que conlleva a un mayor ahorro y convivencia familiar.

Siendo un desarrollo de gran tamaño, se ha estructurado de manera que permita una eficiente fluidez vial, mediante una avenida principal que atraviesa el desarrollo y cruza con 2 calles municipales transversales, lo que garantiza varias rutas para salir o entrar al fraccionamiento.

Aunque la conformación urbana es principalmente de calles públicas o municipales, lo que implica un desarrollo abierto, se ha buscado agrupar las manzanas con calles tranquilizadas, de manera que la mayoría de las viviendas queden dentro de pequeños condominios, y de esta manera hacer más seguro el fraccionamiento, al minimizar las calles públicas y los cruceros.

El desarrollo contará con área comercial, área deportiva, área habitacional y centro barrial. Es importante mencionar que el proyecto consiste en un proyecto de urbanización, donde la construcción particular dentro de las parcelas corre a cargo de los compradores.

Imagen 2-1 Conceptual del "Fraccionamiento Los Cobos, En el Estado de Aguascalientes"

2.1.2 Elementos que conforman el desarrollo

2.1.2.1 Área comercial

Se han destinado lotes para comercio barrial dispuestos de manera estratégica en el fraccionamiento, con el fin de garantizar los servicios básicos de suministro con que contará el desarrollo. Estas áreas, al igual que los lotes o parcelas serán desarrolladas por los propietarios y podrán ser sometidos a evaluación de impacto ambiental o extensión según sea la actividad a desarrollar por el propietario.

Imagen 2-2 Área comercial

2.1.2.2 Área habitacional

Conceptualizada en condominios en diversos formatos; lotes de 5, 6, 12 y 14.4 metros de frente por 16 metros de fondo, además de lotes de área irregular, conectados a través de una avenida con amplios jardines, otorgando así al desarrollo ese aire de amplitud y descanso al llegar a su hábitat, con el fin de satisfacer a todos los gustos y necesidades, se ubicarán lotes dentro de cotos o calles tranquilizadas, para mayor seguridad de los colonos, que contarán con áreas de esparcimiento. Estas áreas, serán desarrolladas por los propietarios y podrán ser sometidos a evaluación de impacto ambiental o extensión según sea la actividad a desarrollar por el propietario.

Imagen 2-3 Área habitacional

2.1.2.3 Centro Barrial

Como lugar para esparcimiento para sus habitantes, el fraccionamiento incluirá tres centros barriales. Estas áreas serán desarrolladas por el promovente y se someten a evaluación de impactos ambientales en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Imagen 2-4 Centro Barrial

2.1.2.4 Jardineras Vecinales y áreas verdes

El desarrollo cuenta con múltiples áreas verdes y jardineras vecinales. Estas áreas serán desarrolladas por el promovente y se someten a evaluación de impactos ambientales en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Imagen 2-5 Área barrial y áreas verdes

2.1.2.5 Centro Deportivo

El fraccionamiento “Los Cobos” contará con un Centro Deportivo para recreación e interés de los habitantes. El centro deportivo será desarrollado por el promovente y su evaluación en materia de impacto ambiental y sus respectivas medidas de mitigación se abordan en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

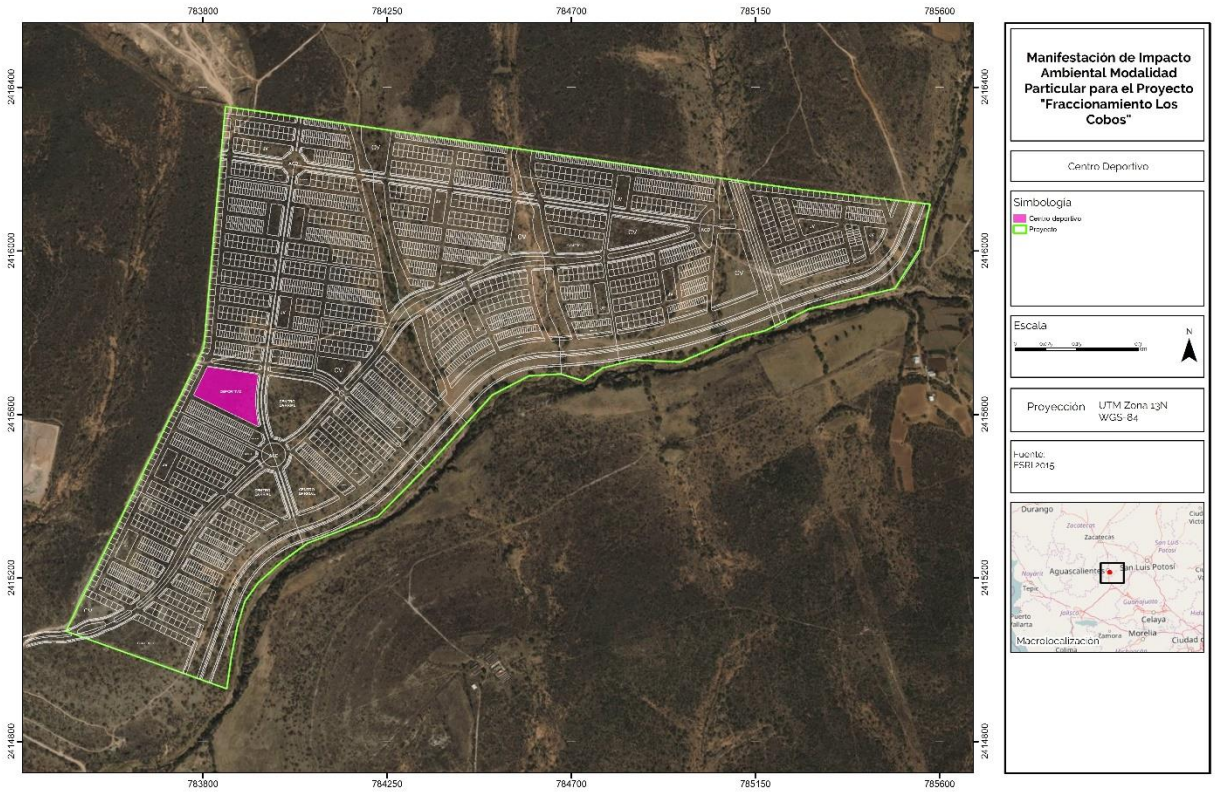


Imagen 2-6 Centro Deportivo

2.1.2.6 Caminos y vialidades

El fraccionamiento “Los Cobos” se conectara a través de caminos y vialidades. Las vialidades serán desarrolladas por el promovente y su evaluación en materia de impacto ambiental y sus respectivas medidas de mitigación se abordan en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Imagen 2-7 Caminos

2.1.2.7 Área de Centro de Distribución

El fraccionamiento “Los Cobos” contara con tres centros de distribución distribuidos de forma estratégica. Serán desarrolladas por el promovente y su evaluación en materia de impacto ambiental y sus respectivas medidas de mitigación se abordan en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Imagen 2-8 Áreas de centro de Distribución

2.1.2.8 Centro vecinal

El desarrollo contará con centros vecinales, para convivencia de los habitantes. Los centros vecinales serán desarrollados por el promovente y su evaluación en materia de impacto ambiental y sus respectivas medidas de mitigación se abordan en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

2.1.3 Ubicación física del proyecto

El fraccionamiento “Los Cobos” se encuentra ubicado al sur de la zona metropolitana del Estado de Aguascalientes, a 5 km del entronque con la Av. Siglo XXI y colindante con la Av. Héroe Inmortal, en la zona de mayor desarrollo industrial de la región, a 10 minutos del anillo periférico.

Imagen 2-9 Macrolocalización del proyecto

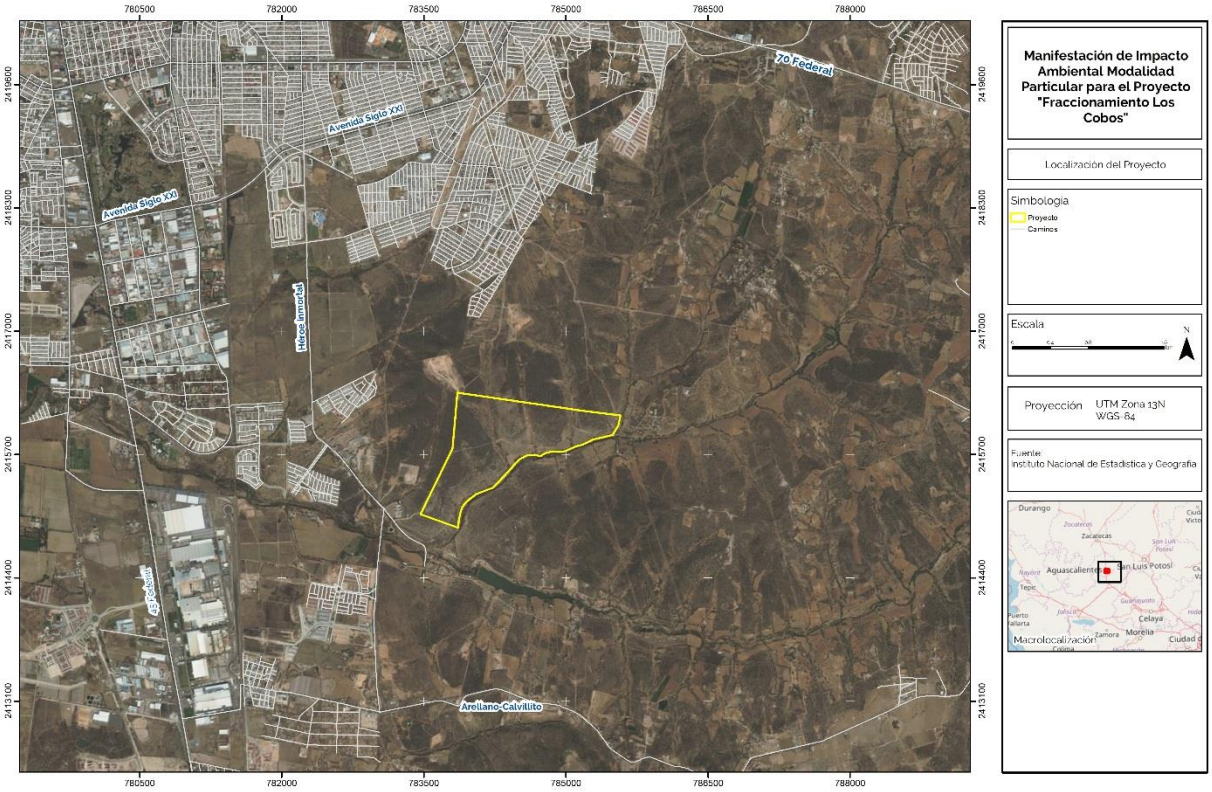


Imagen 2-10 Localización del Proyecto

2.1.4 Inversión requerida

- El estimado de la inversión general que se requerirá para la realización del proyecto es aproximadamente de Mil Doscientos Cincuenta Millones de pesos.

2.2 Descripción física del predio donde se pretende desarrollar el proyecto

El predio presenta una geometría irregular, el cual se asemeja a un triángulo alargado. Forma parte de la ladera modelada por un arroyo que corre a lo largo del límite sur, las pendientes predominantes van de norte a sur del orden del 5 al 9% y de oriente a poniente en 1.5 %. Al terreno lo cruzan 3 escurrimientos pluviales de norte a sur formando pequeñas cárcavas, por lo que se puede considerar, en general, que el terreno conserva una topografía regular de pendientes suaves.

El predio actualmente se encuentra sin ocupación y cuenta con autorización en materia de cambio de uso de suelo.

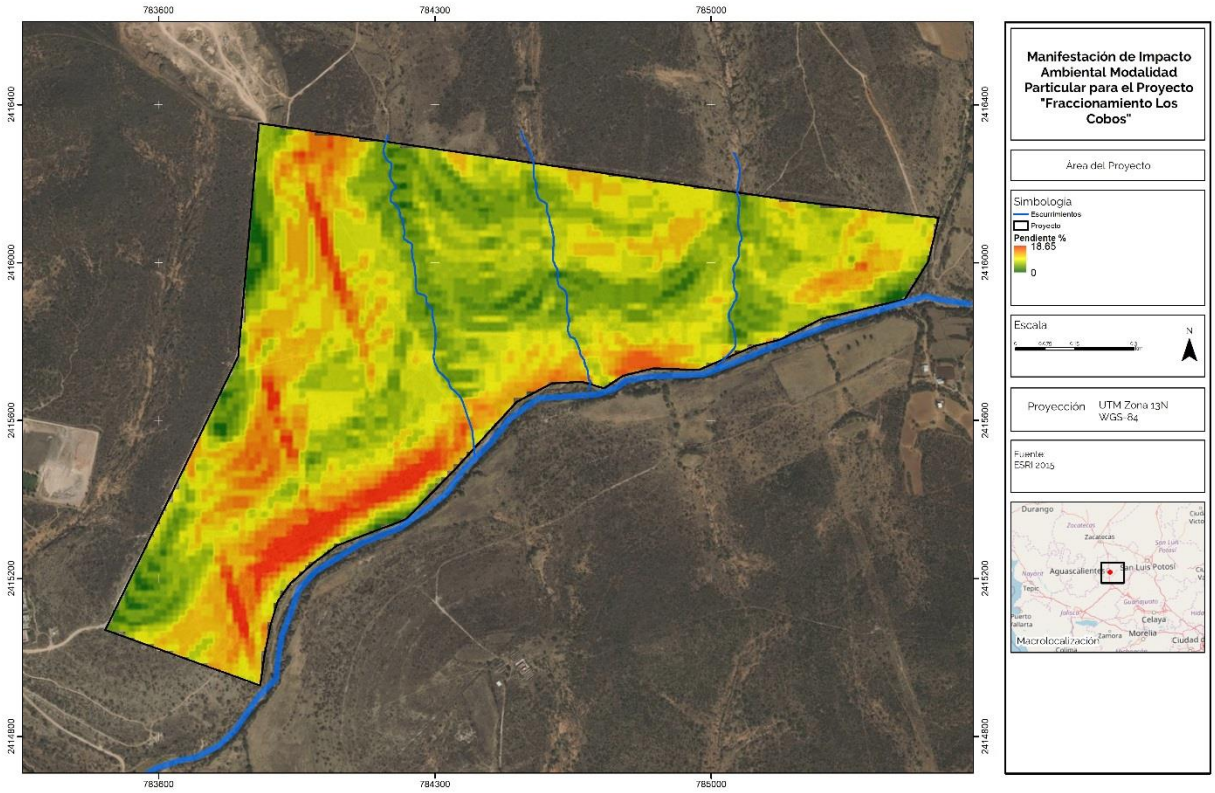


Imagen 2-11 Pendientes del proyecto

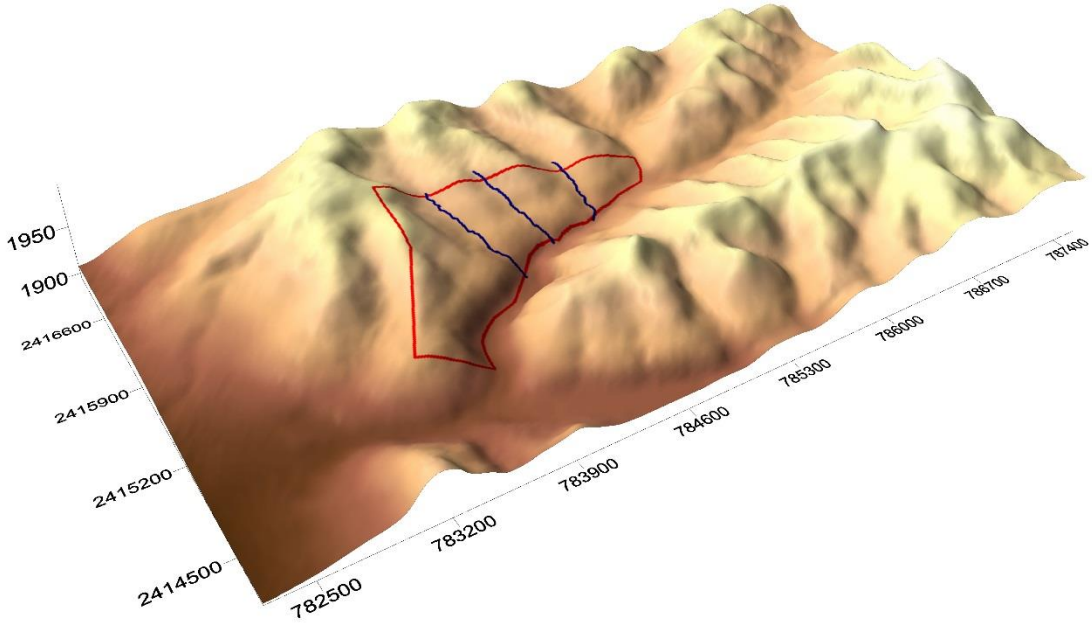


Imagen 2-12 Superficie del proyecto en3D, con elevaciones exageradas para su apreciación

Para conocer a detalle las particularidades bióticas y físicas del predio, se realizó un sobrevuelo vía drone del predio.

2.2.1 Sobrevuelo vía drone para conocer el estado actual del terreno y obtener su geomorfología con detalle de 10 cm.

2.2.1.1 Marco Teórico

El principal objetivo de la fotogrametría es procesar imágenes para crear modelos tridimensionales texturizados y nubes de puntos con muy poca o nula distorsión geométrica; así como una correcta referencia geográfica. Los pasos requeridos para un correcto proceso fotogramétrico son:

- Adquisición de fotografías.
- Alineación o aerotriangulación de fotografías.
- Generación de nubes superdensas de puntos.
- Incorporación de resultados en SIG.

En general la teoría en la que se fundamenta la fotogrametría moderna se denomina como: "Reconstrucción tridimensional de objetos".

De manera general, existen dos métodos para la generación de modelos tridimensionales y se denominan como métodos "Activos" y "Pasivos". En los métodos activos, las fuentes de luz son controladas especialmente como parte de la estrategia de generación tridimensional; mientras que en las técnicas pasivas la luz no es controlada con respecto a la imagen, por lo que se debe de trabajar con la luz ambiental.

En campo, es muy complicado realizar una iluminación artificial, sin bien no imposible, considerando que las extensiones de terreno que se sobrevuelan, generalmente sobrepasan los cientos de hectáreas; por lo que la extracción de modelos digitales del terreno resulta mucho más demandante y un reto para los algoritmos modernos de modelación.

Una segunda diferencia entre los métodos de adquisición y generación de modelos tridimensionales, es la técnica para la adquisición de las fotografías que conformarán el modelo tridimensional. Dividiéndose principalmente en toma estática en dos ángulos y dinámica a través de una gran serie de imágenes. Para efectos del presente trabajo; se empleó el método pasivo-dinámico para la generación del modelo tridimensional.

2.2.1.1.1 Objetivo del vuelo fotogramétrico

El objetivo general del presente estudio es la obtención de ortofotos georreferidas de las poligonales donde se pretende construir el Fraccionamiento Los COBOS; así como archivos vectoriales de la caracterización de flora existente en el sitio. Entre los objetivos particulares se encuentran:

A. Realizar un sobrevuelo fotogramétrico para obtener imágenes tridimensionales de la vegetación en la que se ubican las poligonales del proyecto, así como las áreas aledañas.
B. Generar Ortofotos multiespectrales georreferidas que sirvan como herramienta para realizar la caracterización ambiental en software SIG.
C. Generar nubes de puntos superdensas del vuelo fotogramétrico y exportarlas en formato LAS para la determinación de alturas de la vegetación.

D. Realizar un diagnóstico forestal detallado empleando multirrotores (RPAS) con sensores multiespectrales para la caracterización y delimitación geoespacial de las asociaciones vegetales existentes en los polígonos seleccionados para la construcción del proyecto y de sus alrededores.

2.2.1.1.2 Adquisición de imágenes

Para la captura de las imágenes se utilizó un multirrotor DJI Phantom 4 con cámara RGB de 12 MP con ángulo recto y toma de video en calidad 4K. Ambos equipos se complementan con una estación en tierra compuesta por un receptor de 2.4 Ghz y un equipo de cómputo programado con las rutas de vuelo.

Imagen 2-13 Dron DJI Phantom 4

2.2.1.1.3 Sensores empleados

Imagen 12 Megapixeles

Lente de 60°, distancia f/2.8 y distorsión ultra baja (-0.85%).

NO GRAN ÁNGULAR.

Tamaño de pixel en crudo: 1.70 cm a 30 m.

Exposición: +2.0 / +1.67 / +1.33 / +1.0 / +0.67 / +0.33 / +0.0* /

-0.33 / -0.67 / -1.0 / -1.33 / -1.67 / -2.0

Imagen 2-14 Ejemplo de imagen RGB capturada con el DRON

2.2.1.2 Metodología

2.2.1.2.1 Fase 1 – Planificación de campaña y adquisición de fotografías de campo

Para garantizar la cobertura total del área solicitada a sobrevolar se realizó una ampliación a los polígonos, quedando de la siguiente manera.

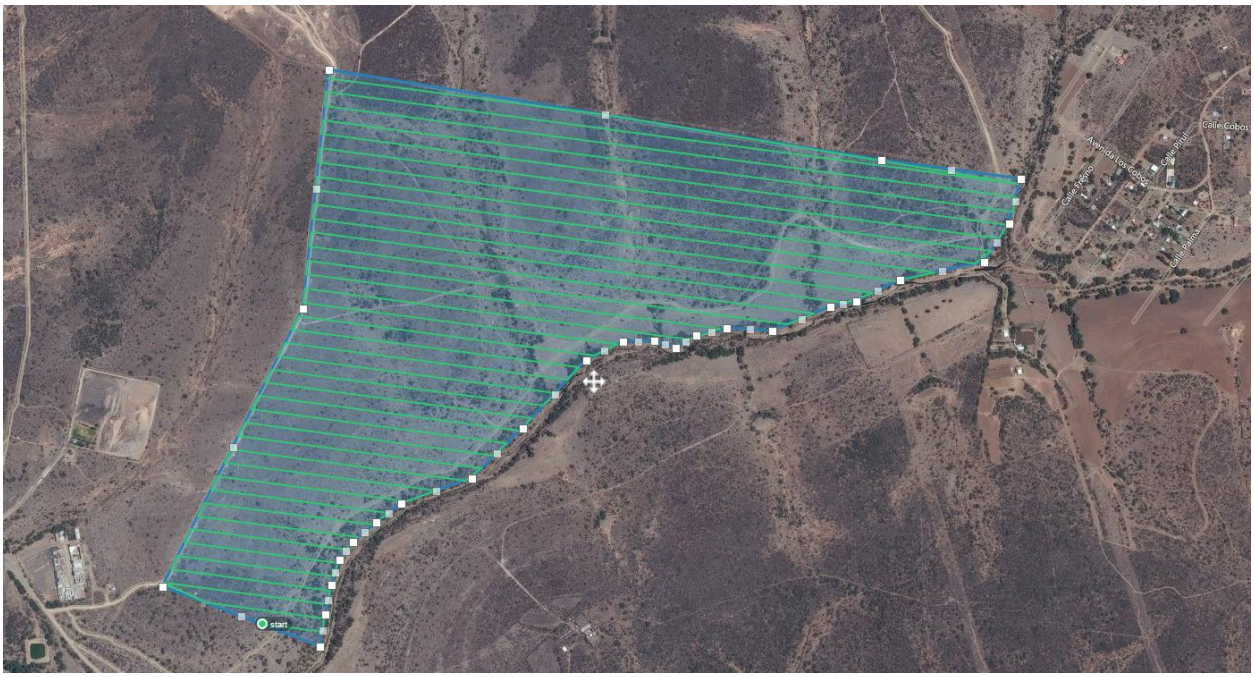


Imagen 2-15 Programación de líneas de vuelo en dronedeploy

2.2.1.2.2 Captura de fotografías aéreas

Se realizaron catorce sobrevuelos con los multirrotores descritos en el punto 6.a, obteniendo fotografías a Nadir de acuerdo con la siguiente tabla:

Imagen 2-16 Fotografías Nadir

2.2.1.2.3 Fase 2 – Alineación o aerotriangulación

Se determinó la posición y orientación de la cámara de acuerdo con las ecuaciones mostradas anteriormente. El resultado es una nube de puntos X,Y,Z que incluye los puntos de liga entre las fotografías.

Puntos liga por proyecto

A continuación, se presenta una tabla con el número de puntos encontrados entre las fotografías de cada zona sobrevolada. Estos puntos tienen correspondencia con una o más fotografías y forman la nube dispersa o aerotriangulación.

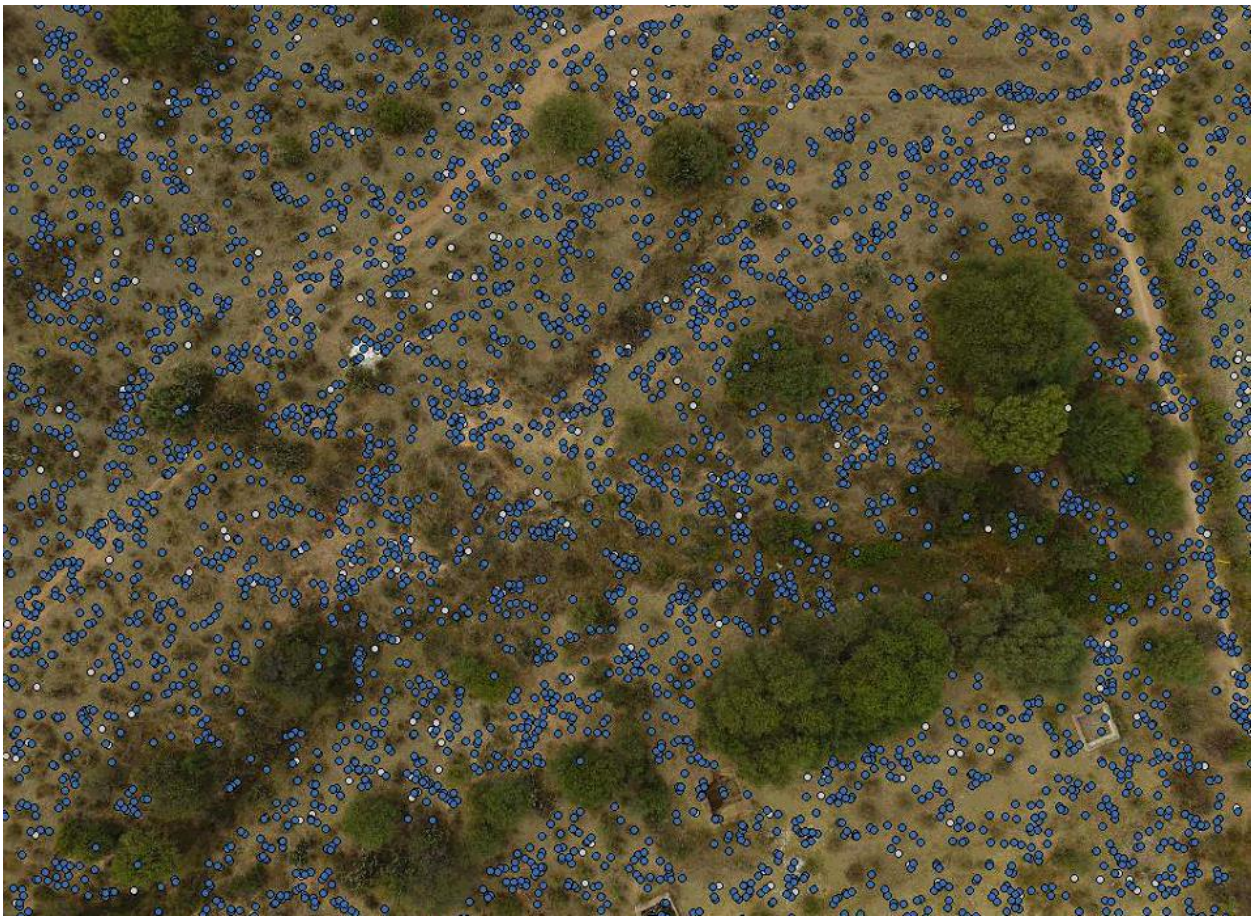
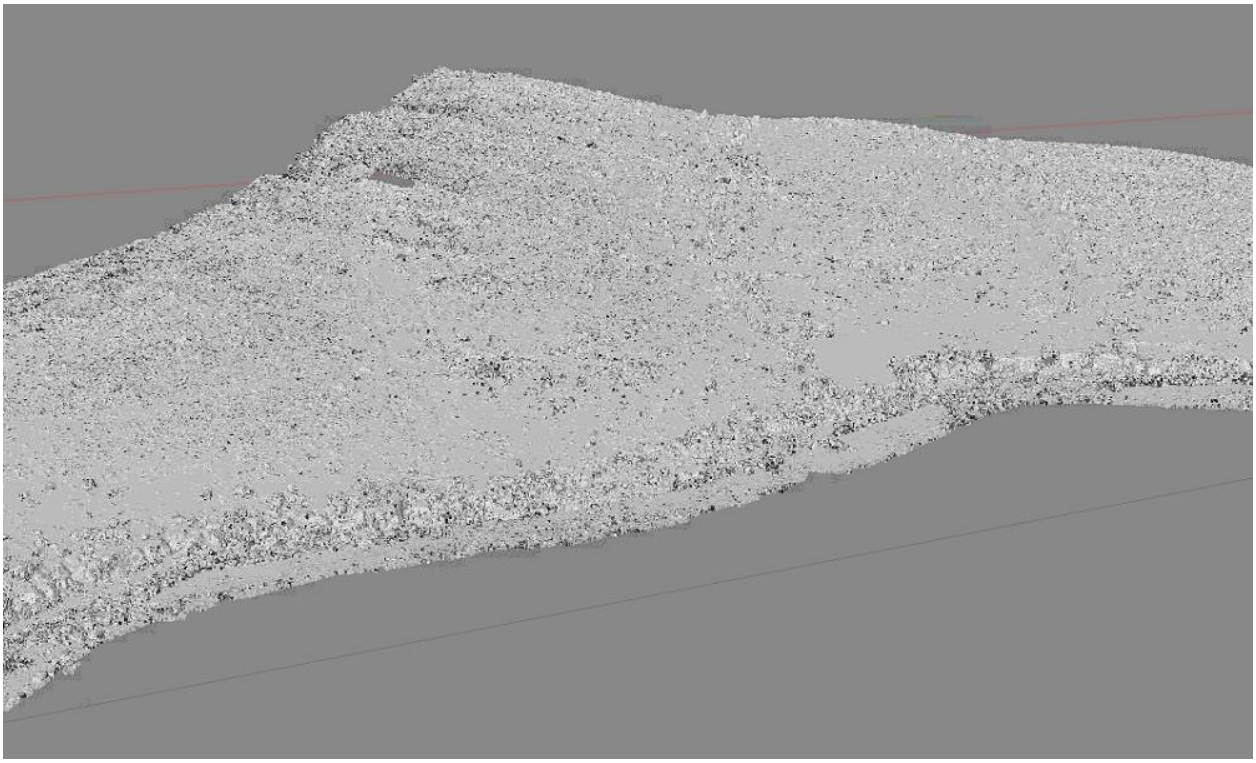


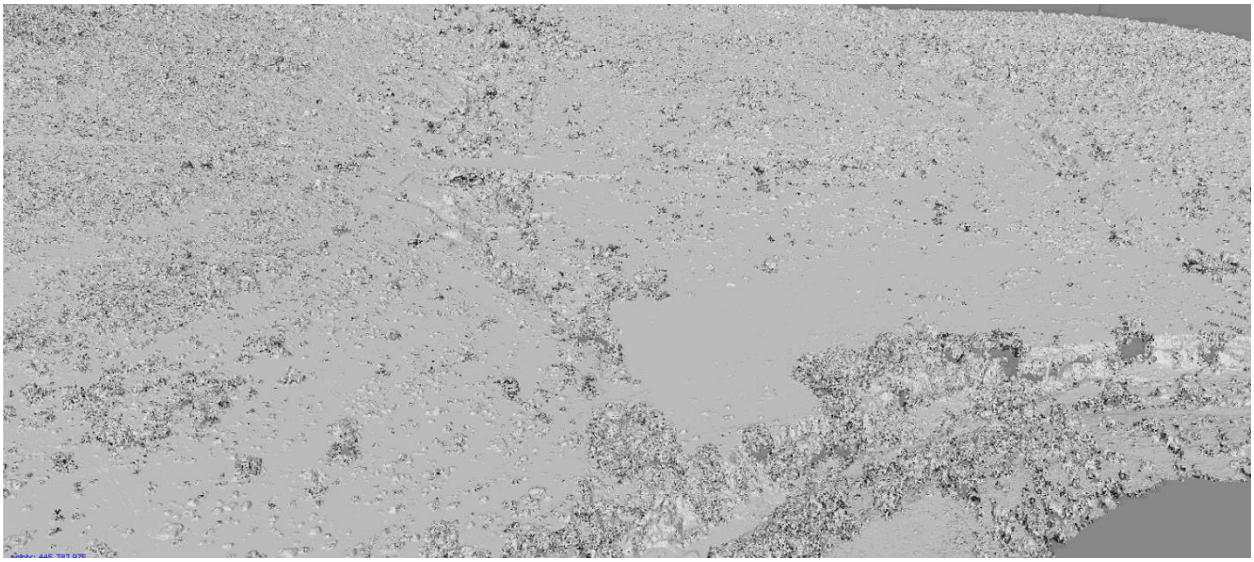
Imagen 2-17 Puntos de Liga en la Aerotriangulación

2.2.1.2.4 Fase 3 – Generación de nubes superdensas de puntos

Una nube superdensa se define como una construcción de puntos x,y,z con una densidad superior a los 100 puntos por m2 . El método para calcularla y generarla es un complemento de las fórmulas y procedimientos mostrados en el apartado 4.c.

A partir de las nubes superdensas de puntos, se crearon triangulaciones para la generación de modelos tridimensionales de los levantamientos relacionados. Estas superficies tridimensionales se exportaron como mallas regulares con atributos de elevación en archivos ráster para su análisis en Sistemas de Información Geográfica.





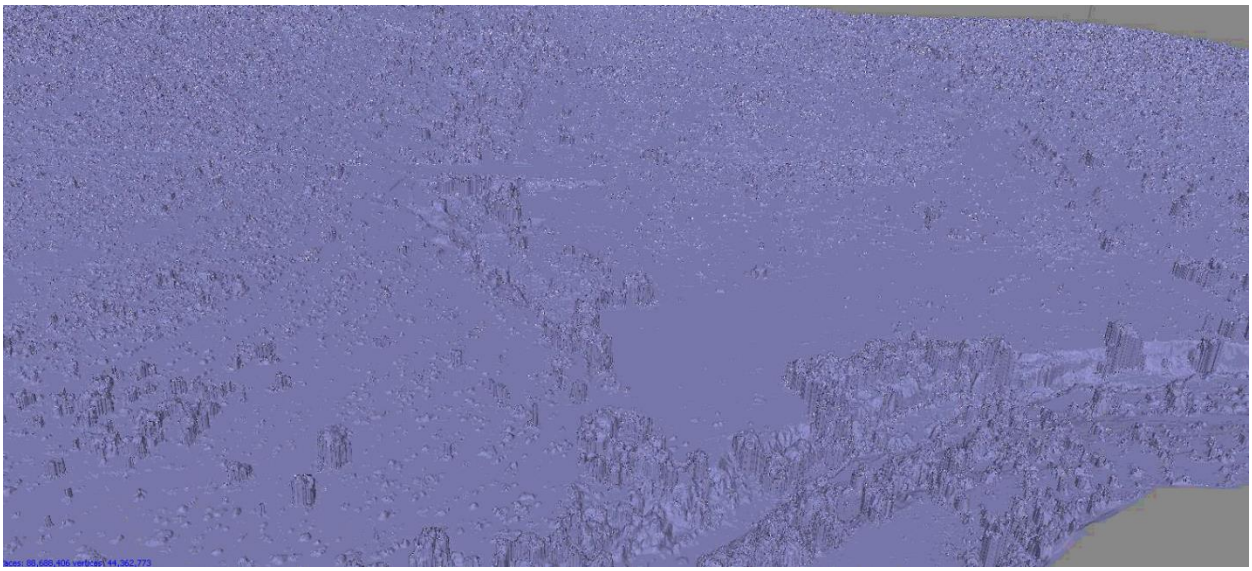


Imagen 2-18 Superficie MESH

2.2.1.3 Resultados del vuelo fotogramétrico

2.2.1.3.1 Nubes de puntos .LAS

Las nubes de puntos resultantes se almacenaron en un formato denominado “LAS”, de tipo binario, que corresponde a un estándar abierto para el intercambio de datos de LiDAR (Light Detection and Ranging -detección por luz y distancia-), cuyo uso es alternativo a formatos de sistemas propietarios y genéricos de intercambio ASCII.

La principal ventaja de manejar archivos de nubes de puntos en formato LAS resulta en que, al ser de tipo binario pueden ser leídos por el importador de forma más rápida y eficaz.

LAS permite almacenar atributos de los puntos 3D, como son coordenadas X,Y,Z, clasificación de superficies (filtrado entre puntos que se encuentran a nivel de terreno y por encima de este como árboles o edificios), número de retorno, tiempo de captura GPS, entre otros.

Es así, como las colecciones de puntos (nubes), se pueden almacenar después de recibir el procesamiento fotogramétrico adecuado para su despliegue y análisis en Sistemas de Información Geográfica.

Cabe destacar que, si bien las nubes de puntos generadas para este estudio no se obtuvieron con un sensor LiDAR, los resultados son similares.

Imagen 2-19 Nube de puntos densa LAS

2.2.1.3.2 Ortofotos

Una ortofografía (u ortofoto) es una imagen a nadir sin deformación angular, de escala constante y que cumple con las características para ser considerada como un plano cartográfico.

Las fotografías aéreas y las imágenes de satélite otorgan un panorama general de una porción del territorio de forma clara y directa, convirtiéndose en un insumo básico para generar información cartográfica.

En el caso de las fotografías aéreas, no es posible trabajar directamente sobre ellas, ya que presentan deformaciones geométricas, generadas por el lente y posición de la cámara al momento de la toma, así como por la velocidad de la plataforma que transporta al sensor, entre otros factores.

El proceso fotogramétrico conocido como orto-rectificación se encarga de darle tratamiento a las fotografías, hasta obtener ortofotos rectificadas, corregidas geométrica y radiométricamente y con geo-referencia.

Las ortofotos son de gran ayuda para aquellas disciplinas que tienen como objetivo el análisis y aprovechamiento racional de los recursos naturales. Se utilizan para apoyar estudios de Geografía y Cartografía, Suelos, Agricultura, Bosques, Catastro rural y urbano, vías terrestres, planeación y ordenamiento territorial, etc.

Imagen 2-20 Ortofoto generada

Esta información permitió desarrollar el patrón hidrológico dentro del predio, mismo necesario para determinar la necesidad de adecuación del patrón hidrológico superficial para garantizar el

flujo hídrico en la microcuenca y la menor afectación posible de los recursos naturales cuenca abajo.

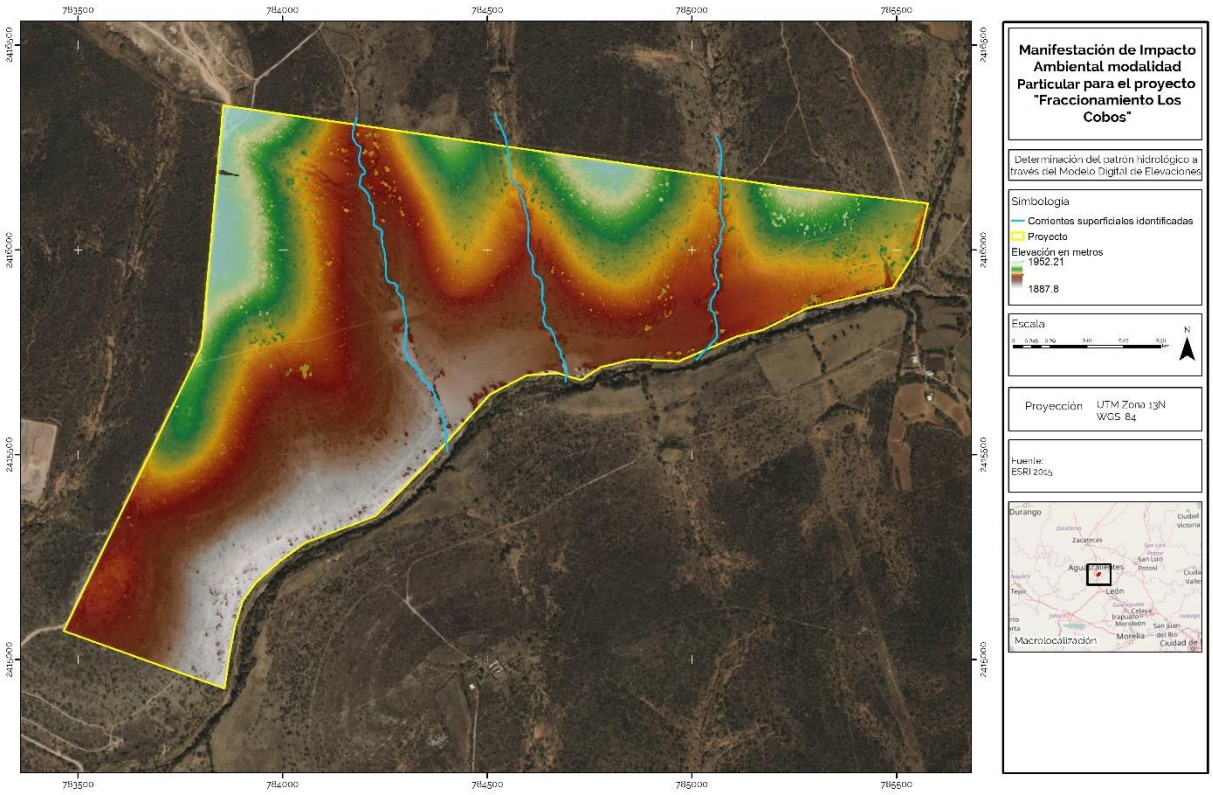


Imagen 2-21 Configuración del terreno en el área del proyecto.

2.2.2 Aspectos relevantes del predio determinados mediante fotogrametría

2.2.2.1 Vegetación

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación de la Serie III de INEGI (2009), dentro del área del proyecto es posible encontrar dos tipos de vegetación, correspondientes con Matorral crassicaule, así como Pastizal natural, sin embargo, una vez que se llevaron a cabo los recorridos de reconocimiento dentro del predio, se pudo observar que la totalidad del polígono se encuentra cubierto con vegetación forestal de Matorral crassicaule, el cual se caracteriza por la predominancia de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos que se desarrollan principalmente en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país. Algunas de las especies características son: *Opuntia* spp., *Pachycereus pringlei, Stenocereus thurberi*. Se incluyen las asociaciones conocidas como nopaleras, chollales, cardonales, tetecheras, etc. De igual, en este tipo de vegetación es posible encontrar asociación de *Myrtillocactus geometrizans* y a veces

también *Stenocereus* spp. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientas que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa, Acacia. Dalea, Prosopis, Rhus, Larrea, Brickelia, Eupatorium, Buddleja, Celtis,* etc. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 metros, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi el 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la numerosa presencia de plantas herbáceas.

Imagen 2-22. Ejemplo de Matorral crassicaule presente en el área de proyecto en composición de falso color.

2.2.2.2 Relieve

La zona del proyecto se encuentra en la parte del estado dominada por la región Eje Neovolcánico Transversal, afloran rocas sedimentarias marinas del Cretácico (caliza-lutita), cubiertas por depósitos continentales del Terciario (areniscas y areniscas-conglomerados), provenientes de la disgregación de rocas volcánicas pertenecientes a la Sierra Madre Occidental, así como de algunos afloramientos de rocas extrusivas ácidas. El tipo de suelo que se presenta en el área de proyecto es de tipo Xerosol háplico, el cual se distingue por una capa superficial de color claro, debido al bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre el caliche o tepetate a escasa profundidad.

Las zonas de mayor altitud se presentan en la parte norte del proyecto, las cuales oscilan en los 1952 msnm, mientras que las regiones con relieve poco pronunciado se ubican en el centro y sur del proyecto, con elevaciones de 1890 msnm. La pendiente máxima en el área del proyecto es de 18.6%.

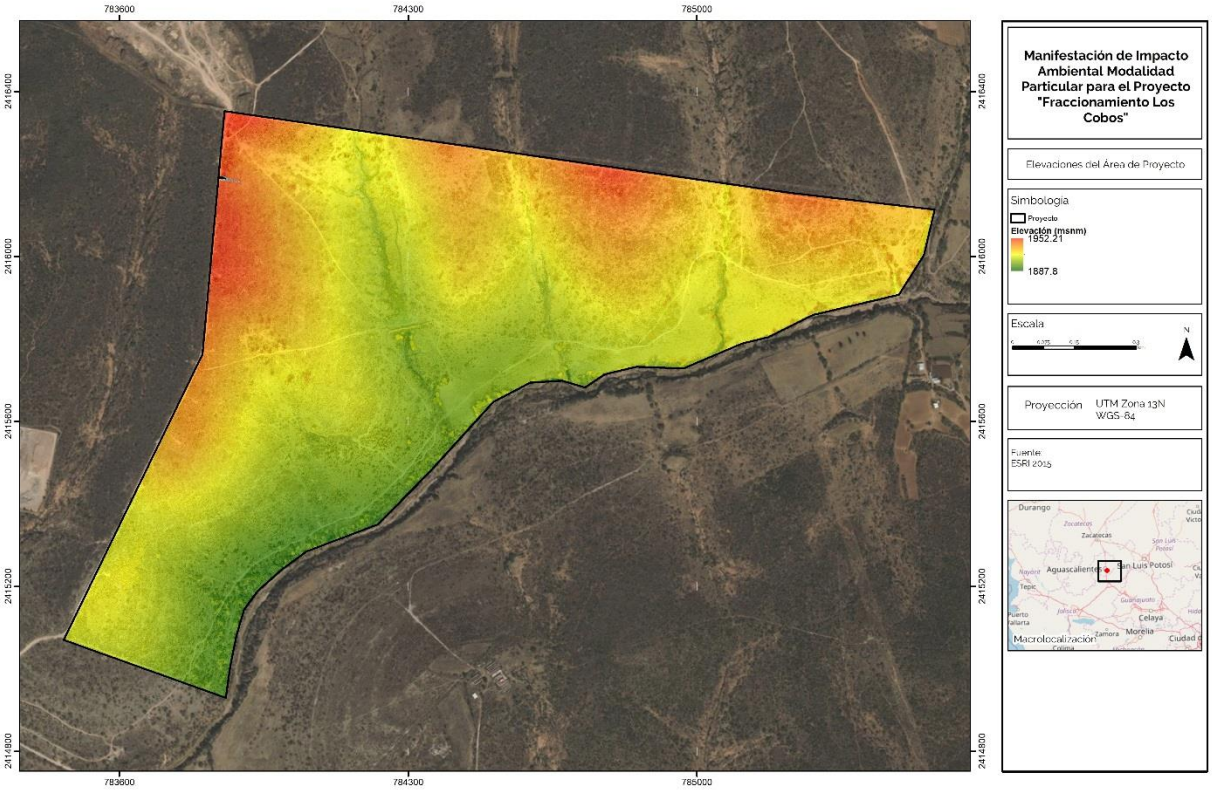


Imagen 2-23 Elevaciones del área del proyecto

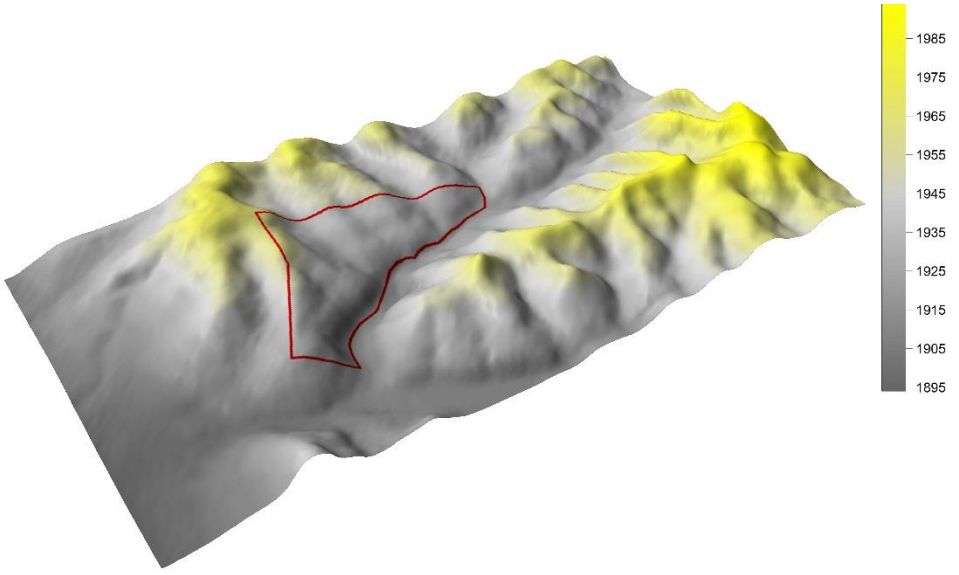


Imagen 2-24 Elevaciones del área del proyecto en formato 3D, con exageraciones para su apreciación.

2.2.2.3 Hidrología

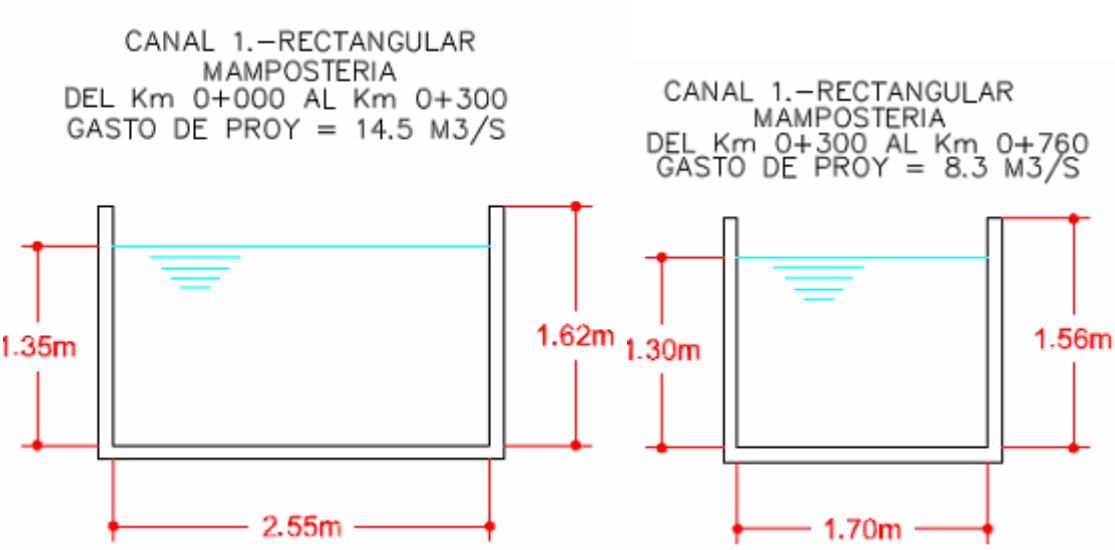
En materia de hidrología, el predio donde se pretende realizar el desarrollo habitacional se encuentra en la porción baja de una microcuenca, donde confluyen tres flujos hidrológicos de mediana importancia.

A continuación, se presenta un mapa con el desplante del proyecto sobre los principales cauces detectados.

Imagen 2-25 Corrientes superficiales identificadas en el área del proyecto

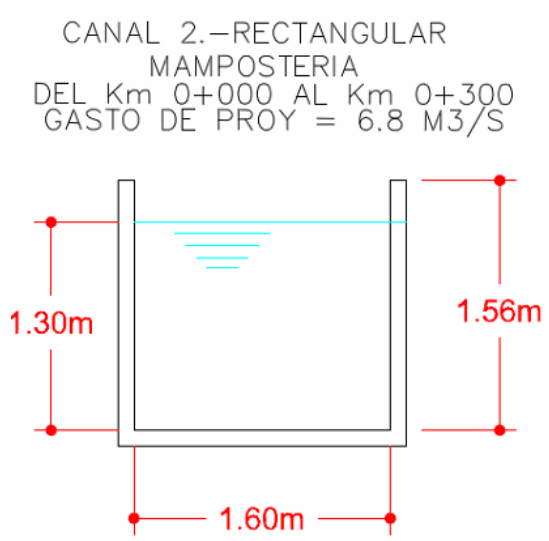
Para efectos del desarrollo del proyecto, los escurrimientos superficiales se canalizarán a través de obras rectangulares de mampostería de acuerdo a las siguientes especificaciones:

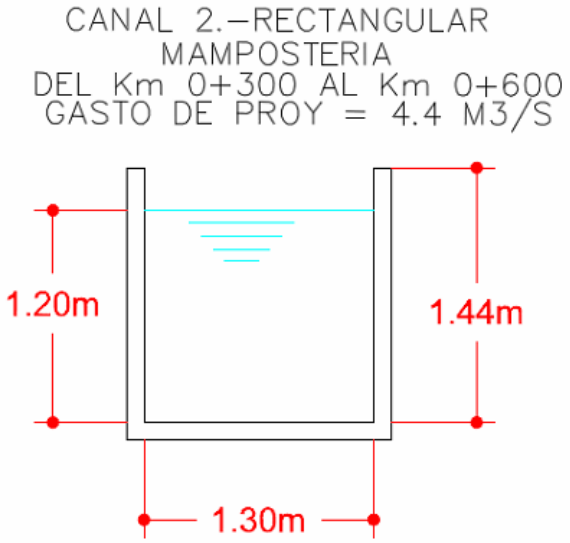
Canal 1



Superficie Libre	SL	SL = b + 2x	SL =	2.55 m	
Distancia horizontal del talud	x		x =	0.00 m	
Base	b		b =	2.55 m	
Tirante	d		d =	1.35 m	
Talud	t	t = H / V	t =	0.00 m	
Proporción horizontal del talud	H		H =	0.00 m	
Proporción vertical del talud	V		V =	1.00 m	
Pendiente	S		S =	0.033	
Factor de rugosidad	n		n =	0.025	
Area de la sección transversal trapezoidal		A = SL + b * d / 2	A =	3.4425 m2	
Perimetro mojado		P = b + 2d ((t^2) +1)^0.5	P =	5.2500 m	
Radio hidráulico		R = A / P	R =	0.6557 m	
Velocidad		V = ((1/n)*(R^(2/3))*(S^(1/2)))	V =	5.5120 m/s	
Gasto		Q = A * V	Q =	18.97 m3/s	
Bordo libre		bl = Prof - d	bl=	0.27 m	
Profundidad del canal		Prof. = d + bl	Prof=	1.62 m	
Gasto de Diseño a 100 años			Q=	14.5 m3/s	

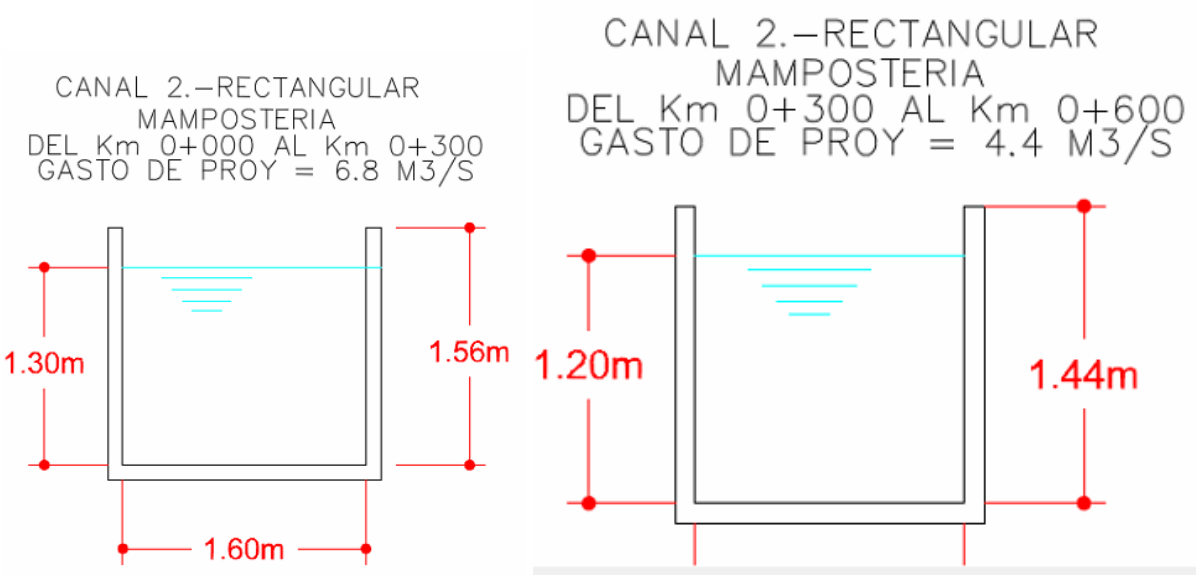
Canal 2





Superficie Libre	**SL**	**SL = b + 2x**	SL =	**1.60** m
Distancia horizontal del talud	**x**		x =	**0.00** m
Base	**b**		b =	**1.60** m
Tirante	**d**		d =	**1.30** m
Talud	**t**	**t = H / V**	t =	**0.00** m
Proporción horizontal del talud	**H**		H =	0.00 m
Proporción vertical del talud	**V**		V =	1.00 m
Pendiente	**S**		S =	0.030
Factor de rugosidad	**n**		n =	0.025
Area de la sección transversal trapezoidal		**A = SL + b * d / 2**	A =	2.0800 m2
Perimetro mojado		**P = b + 2d ((t^2) +1)^0.5**	P =	4.2000 m
Radio hidráulico		**R = A / P**	R =	0.4952 m
Velocidad		**V = ((1/n)*(R^(2/3))*(S^(1/2)))**	V =	4.3367 m/s
Gasto		**Q = A * V**	**Q =**	**9.02 m3/s**
Bordo libre		**bl = Prof - d**	bl=	0.26 m
Profundidad del canal		**Prof. = d + bl**	Prof=	1.56 m
Gasto de Diseño a 100 años			**Q=**	**6.8 m3/s**

Canal 3



Superficie Libre	**SL**	**SL = b + 2x**	SL =	**2.55** m	
Distancia horizontal del talud	**x**		x =	**0.00** m	
Base	**b**		b =	**2.55** m	
Tirante	**d**		d =	**1.35** m	
Talud	**t**	**t = H / V**	t =	**0.00** m	
Proporción horizontal del talud	**H**		H =	0.00 m	
Proporción vertical del talud	**V**		V =	1.00 m	
Pendiente	**S**		S =	0.019	
Factor de rugosidad	**n**		n =	0.025	
Area de la sección transversal trapezoidal		**A = SL + b * d / 2**	A =	3.4425 m2	
Perimetro mojado		**P = b + 2d ((t^2) +1)^0.5**	P =	5.2500 m	
Radio hidráulico		**R = A / P**	R =	0.6557 m	
Velocidad		**V = ((1/n)*(R^(2/3))*(S^(1/2)))**	V =	4.1667 m/s	
Gasto		**Q = A * V**	**Q =**	**14.34 m3/s**	
Bordo libre		**bl = Prof - d**	bl=	0.27 m	
Profundidad del canal		**Prof. = d + bl**	Prof=	1.62 m	
Gasto de Diseño a 100 años			**Q=**	**10.4 m3/s**	

2.3 Características particulares del proyecto

2.3.1 Elementos que constituyen el proyecto

Cabe mencionar que el proyecto consiste en la urbanización del predio para generar un desarrollo habitacional, por lo que solo se describen los elementos necesarios para urbanizar el mismo.

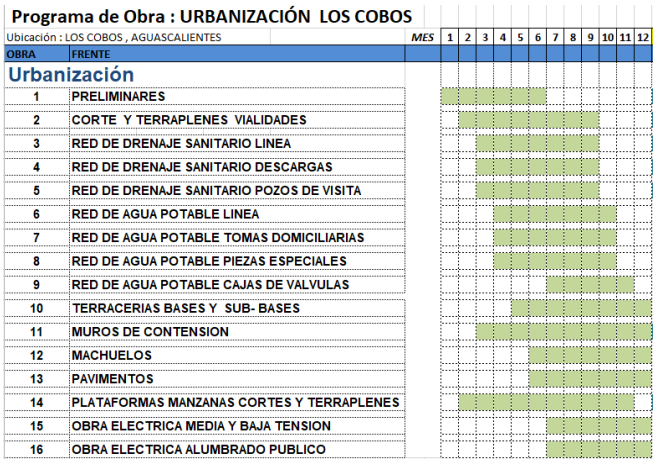
2.3.2 Programa de trabajo

La construcción del proyecto se encuentra prevista para efectuarse en 17 etapas.

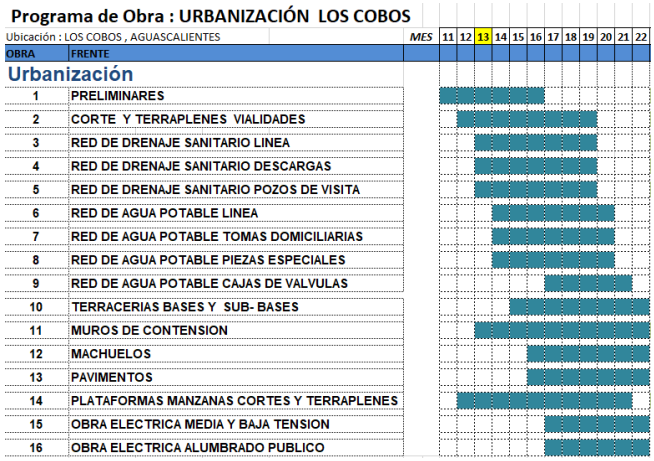
Tabla 2-1 Etapas planeadas para realizar el proyecto

Etapa	Vivienda Ind. 5M	Vivienda Trad. 6M	Vivienda Cuad. 12M	Vivienda Sext. 14.4M	Lote Irregular	No. Total de Viviendas
1	43	47	132	204	15	441
2	54	46	156	168	13	437
3	68	57	148	192	5	470
4	68	46	144	162	10	430
5	50	56	160	204	10	480
6	37	47	152	168	11	415
7	61	51	128	198	8	446
8	48	48	136	162	8	402
9	48	54	156	174	9	441
10	52	52	140	156	8	408
11	59	46	124	204	14	447
12	99	90	120	216	13	538
13	55	43	144	156	3	401
14	87	62	108	150	5	412
15	36	18	116	258	10	438
16	38	49	144	192	18	441
17	69	71	176	222	15	553
			Número Total de Viviendas			**7600**

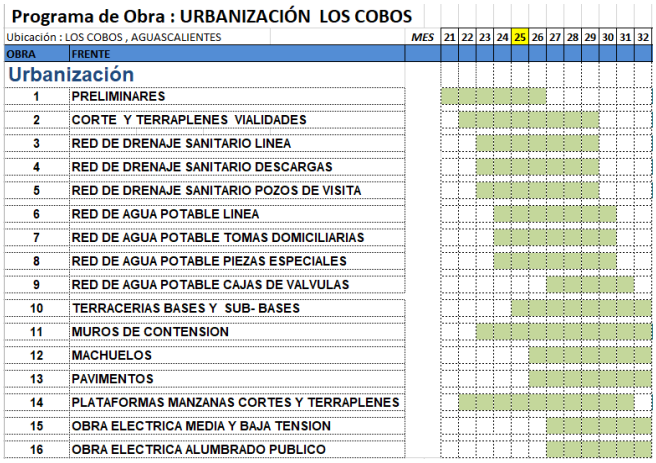
Etapa 1



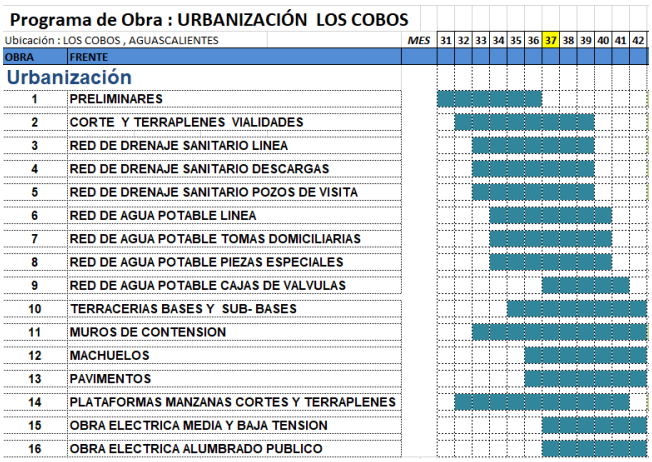
Etapa 2



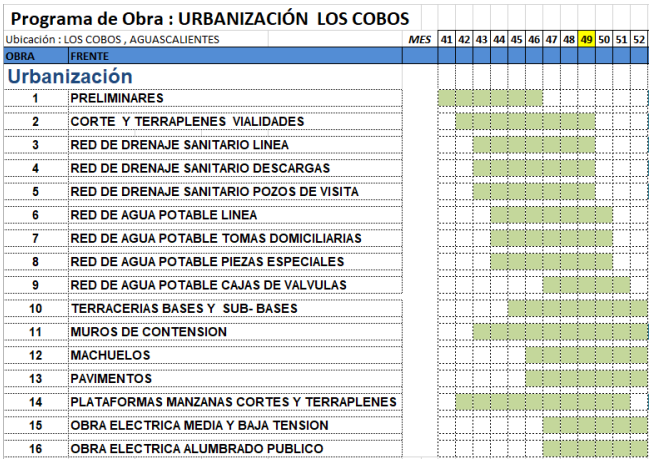
Etapa 3



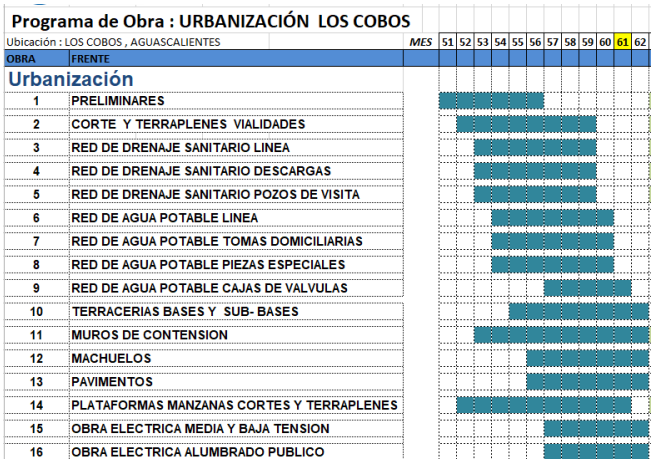
Etapa 4



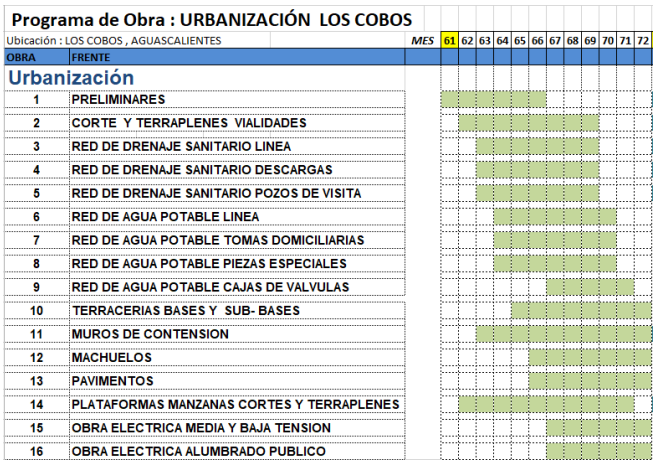
Etapa 5



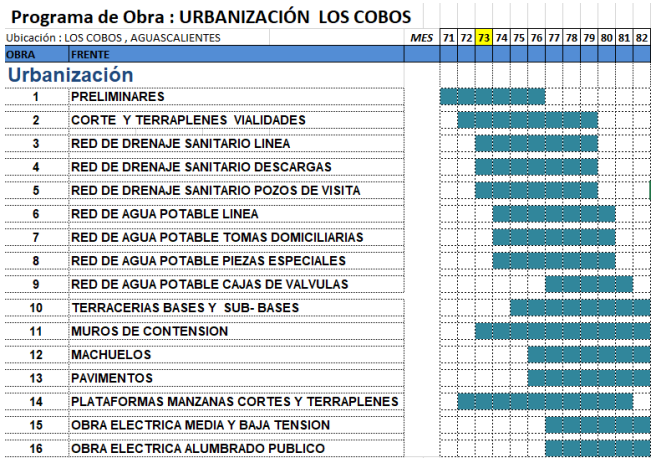
Etapa 6



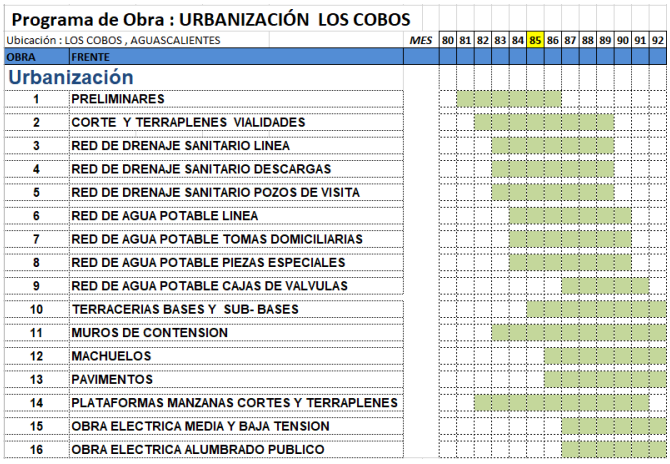
Etapa 7



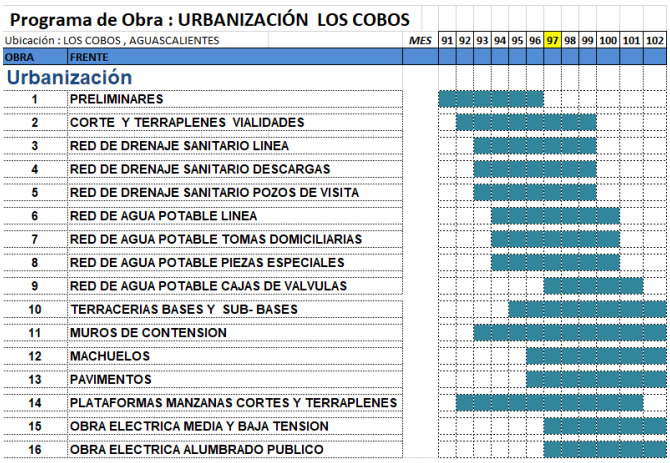
Etapa 8



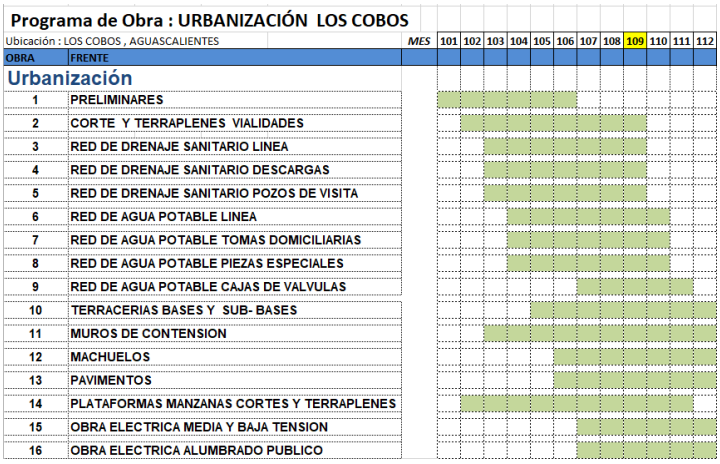
Etapa 9



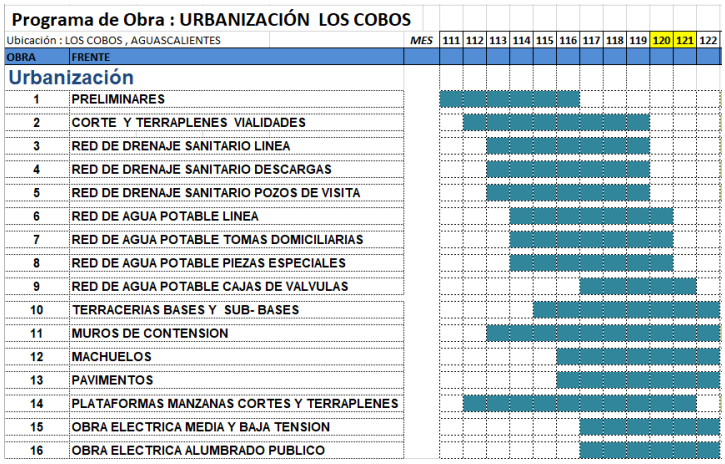
Etapa 10



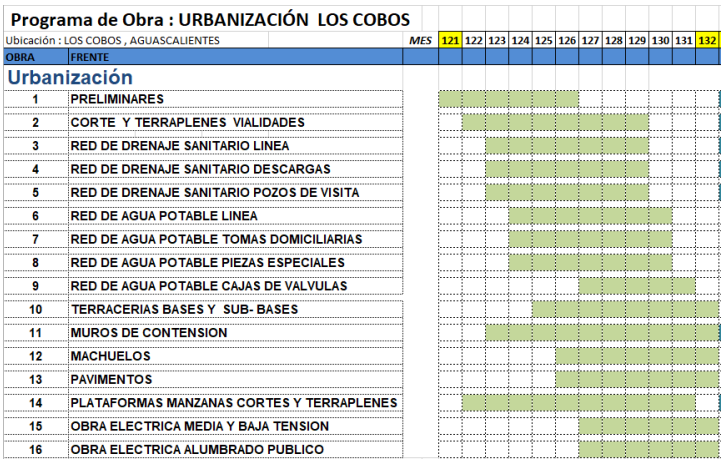
Etapa 11



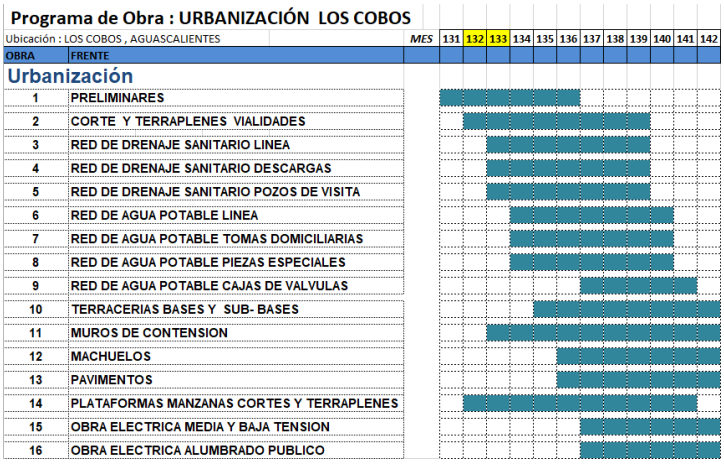
Etapa 12



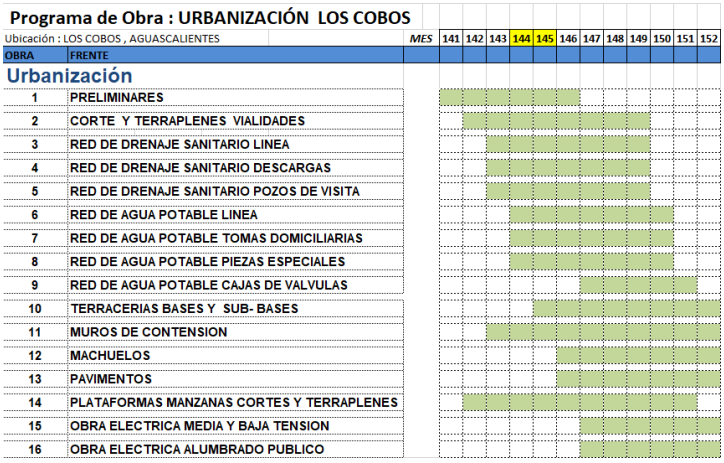
Etapa 13



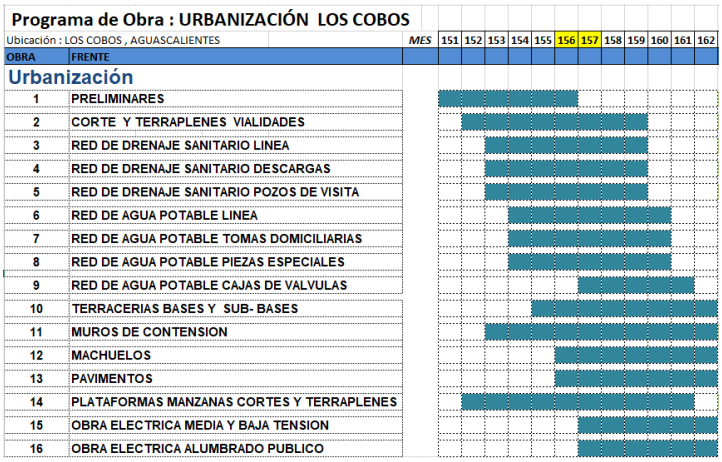
Etapa 14



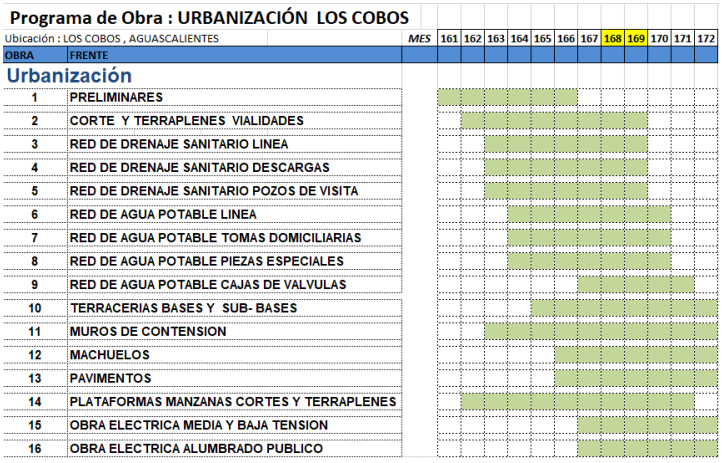
Etapa 15



Etapa 16


Programa de Obra : URBANIZACIÓN LOS COBOS
Ubicación : LOS COBOS , AGUASCALIENTES
MES 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162
OBRA FRENTE
Urbanización
1 PRELIMINARES
2 CORTE Y TERRAPLENES VIALIDADES
3 RED DE DRENAJE SANITARIO LINEA
4 RED DE DRENAJE SANITARIO DESCARGAS
5 RED DE DRENAJE SANITARIO POZOS DE VISITA
6 RED DE AGUA POTABLE LINEA
7 RED DE AGUA POTABLE TOMAS DOMICILIARIAS
8 RED DE AGUA POTABLE PIEZAS ESPECIALES
9 RED DE AGUA POTABLE CAJAS DE VALVULAS
10 TERRACERIAS BASES Y SUB- BASES
11 MUROS DE CONTENSION
12 MACHUELOS
13 PAVIMENTOS
14 PLATAFORMAS MANZANAS CORTES Y TERRAPLENES
15 OBRA ELECTRICA MEDIA Y BAJA TENSION
16 OBRA ELECTRICA ALUMBRADO PUBLICO

Etapa 17


Programa de Obra : URBANIZACIÓN LOS COBOS
Ubicación : LOS COBOS , AGUASCALIENTES
MES 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172
OBRA FRENTE
Urbanización
1 PRELIMINARES
2 CORTE Y TERRAPLENES VIALIDADES
3 RED DE DRENAJE SANITARIO LINEA
4 RED DE DRENAJE SANITARIO DESCARGAS
5 RED DE DRENAJE SANITARIO POZOS DE VISITA
6 RED DE AGUA POTABLE LINEA
7 RED DE AGUA POTABLE TOMAS DOMICILIARIAS
8 RED DE AGUA POTABLE PIEZAS ESPECIALES
9 RED DE AGUA POTABLE CAJAS DE VALVULAS
10 TERRACERIAS BASES Y SUB- BASES
11 MUROS DE CONTENSION
12 MACHUELOS
13 PAVIMENTOS
14 PLATAFORMAS MANZANAS CORTES Y TERRAPLENES
15 OBRA ELECTRICA MEDIA Y BAJA TENSION
16 OBRA ELECTRICA ALUMBRADO PUBLICO

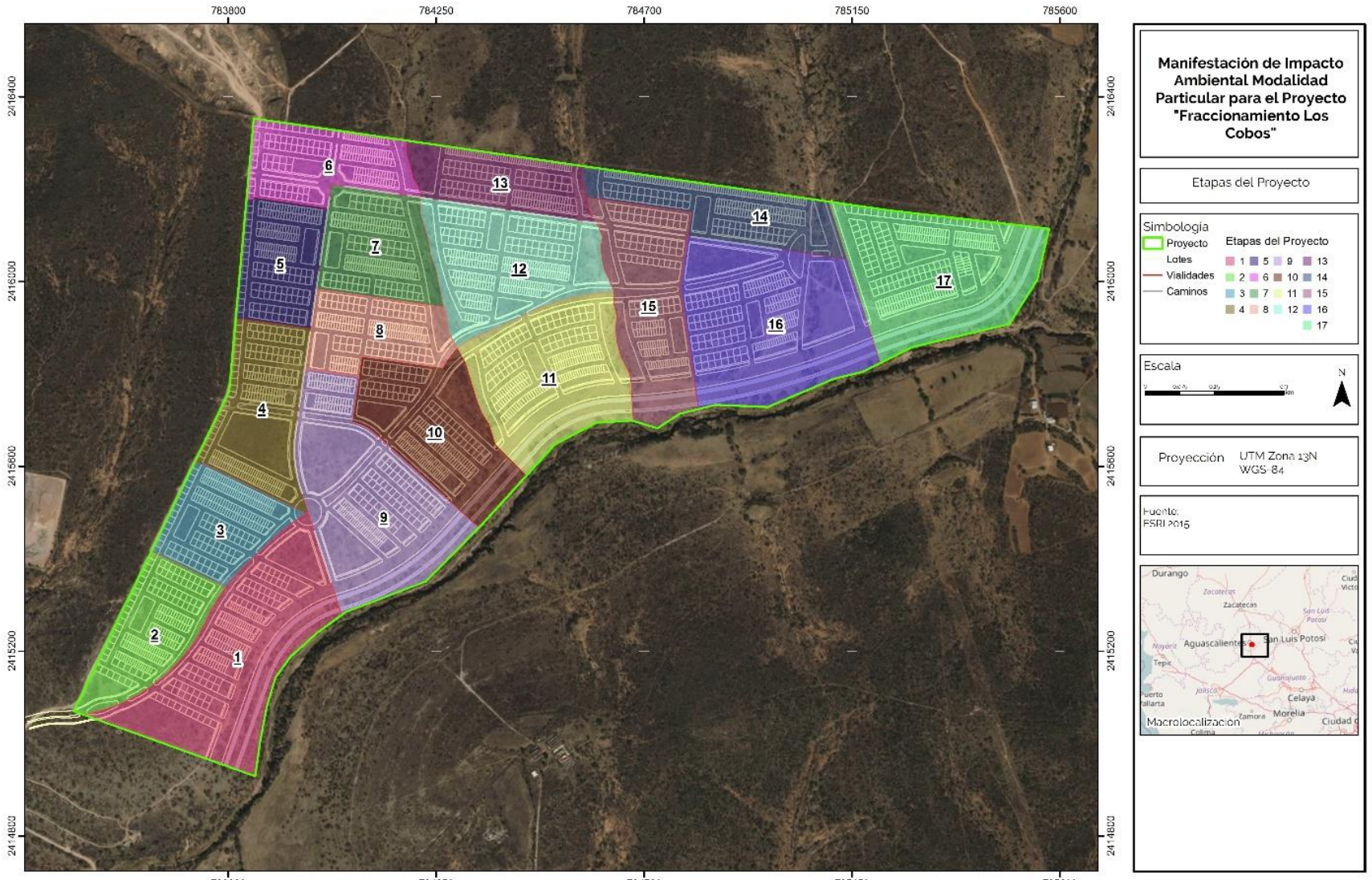


Imagen 2-26 Mapa de etapas de construcción del proyecto

2.4 Remoción de la vegetación (Desmonte y depalme)

Se llevará a cabo la limpieza de vegetación y suelo exclusivamente en el área de desplante de las obras del proyecto, cabe destacar que actualmente se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo. Los pasos a seguir se describen a continuación:

- Como primer paso se realizarán mediciones topográficas y replanteos para asegurar que el desplante del proyecto donde se realizará el despalme, concuerdan con los manifestados y autorizados.
- Se identificarán las especies que serán rescatadas y reubicadas en la zona donde se realizará el despalme. Se emplearán cintas de plástico de colores para la señalización de las especies herbáceas que serán rescatadas. Para el rescate de fauna se colectarán y reubicarán los individuos. Gradualmente se liberarán las áreas para el desmonte.
- Ya identificadas las áreas donde se realizó el rescate, se hará un desmonte manual selectivo empleando machetes y/o hachas de las especies de flora que no serán rescatadas.
- Se llevará a cabo la remoción de árboles, iniciando con la señalización de estos, derribo, desrame y troceo.
- Se llevará a cabo la remoción de la vegetación que no se aprovechará empleando maquinaria mayor y menor. Se realizará el despalme del terreno, dejándolo listo para la etapa de construcción de las viviendas.

2.5 Descripción de obras y actividades del proyecto

2.5.1 Etapa de construcción

Inicia con la delimitación del sitio culminando con la remoción de la cobertura forestal y despalme para dar inicio a la construcción, en la siguiente tabla se resume brevemente las actividades a realizar:

Tabla 2-2 Desglose de etapa de construcción

Etapa	Actividad
Construcción	1. Instalación de red de drenaje 2. Pozo profundo 3. Planta de tratamiento de aguas residuales 4. Colocación de pavimento 5. Urbanización eléctrica 6. Equipamiento arquitectónico 7. Forestación de áreas verdes 8. Equipamiento de parques

2.5.1.1 Agua potable

El Desarrollo se abastecerá de pozos profundos los cuales se perforaran dentro del predio según estudio geo-hidrológico, se equiparan con bombas sumergibles que presurizaran el agua para mandarla a través de tuberías de PVC RD-25 (líneas de conducción) en los diámetros que se requieran según calculo y aforo hacia un tanque de regulación ubicado en la parte alta del predio para después enviar el agua potable a las viviendas por gravedad aprovechando la pendiente natural del terreno, por tuberías también de PVC RD-26 en diferentes diámetros denominadas líneas de distribución las cuales contaran con válvulas de seccionamiento, válvulas de desfogue, válvulas expulsoras y admisoras de aire, válvulas reductoras de presión, etc. Para el buen funcionamiento del sistema y estarán alojadas en cajas de válvulas para tener acceso y darles mantenimiento, las conexiones o piezas especiales de la tubería Tees. codos etc. serán de fierro fundido.

La tubería se instalará a 1.50 m de distancia del machuelo hacia el centro de la calle y 1.50 m de profundidad en relación a la rasante del pavimento. Se instalará una toma domiciliaria de 1/2” de diámetro por vivienda; la ubicación será a 2 m del límite aguas arriba del lote.

2.5.1.1.1 Tomas de agua

Constarán de abrazadera de bronce EC-11-0, llave de inserción, tubo de polietileno HDP-RD-9 de 1/2" media pulgada de diámetro, y conector de polietileno de 1/2”. Los accesorios de la toma domiciliaria se conectarán a la tubería de P.V.C. por medio de una perforación hecha con la

herramienta adecuada, dicha perforación se localizará a 45 cuarenta y cinco grados del centro de la tubería hacia la parte superior. La presión mínima que llega a cada vivienda no será menor a 1.5 kilos ni mayor a 4 kilos de presión.

2.5.1.1.2 Cruceros

Se construirán de acuerdo a los diseños aprobados y las piezas especiales serán de Fierro fundido, que deberán tener las dimensiones requeridas por las autoridades correspondientes, dichas piezas deberán de satisfacer las normas de fundición de la A.S.T.M. especificación a 126-42 ciento veintiséis guion cuarenta y dos clase B (para columna de agua de 61 sesenta y un metros).

2.5.1.1.3 Caja de válvulas

Se construirán de acuerdo a los diseños y dimensiones aprobados por las autoridades correspondientes y constarán de cimiento de piedra braza, muro de tabique de lama o de concreto, asentado con mortero de cemento-arena de río proporción 1:3 uno a tres con un espesor de 2 dos centímetros. Contará de una dala de coronación de concreto f'c=150 kg/cm2 ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado, que servirá de apoyo al contramarco de fierro laminado, formado con sección canal de 6" seis pulgadas, se complementa la tapa de la caja con losa de concreto reforzado con varilla corrugada de diámetro según diseño y concreto hidráulico f'c=300 kg/cm2 trescientos kilogramos por centímetro cuadrado, marco y tapa de fierro fundido del tipo mediano.

2.5.1.1.4 Drenaje pluvial

Para la solución de las aguas pluviales generadas en el predio se propone que los escurrimientos pluviales se capten mediante bocas de tormenta y se canalicen por tuberías hacia los canales ubicados en los escurrimientos existentes dentro del predio así como lavaderos que descargarían las aguas directamente en los canales de las vialidades cercanas. Los canales conducirán el agua hacia el arroyo principal aguas abajo denominado arroyo los Cobos.

Estos canales se proponen que sean construidos con muros de piedra braza mamposteada con mortero, en diferentes anchos y altura de muros según el gasto de cada canal tanto interno como externo ya que reciben agua de predios más arriba. Contaran con elementos de recepción de aguas externas, así como de descarga al arroyo principal (cabezotes y dentellones).

2.5.1.1.5 Bocas de tormenta

Las bocas de tormenta se construyen con cimiento de piedra braza, dala de desplante con concreto f'c 150 kg/cm2 y castillo armex 15-20-4 muro de block 11- 14-28 a tenzón asentado y junteado con mortero cemento a de rio proporción 1:3, castillos en las esquinas y a no más de 3.00 m separado uno de otro, con concreto f'c 150 kg/cm2 y castillo armex 20-20-4 ,dala de corona con concreto f'c 150 kg/cm2 y castillo armex de 15-20-4, rejilla metálica a base de canal estructural de 4" o 6" depende tipo de boca de tormenta, con sistema de apertura y cierre, enjarre interior con mortero de cemento a de rio proporción 1:3 terminado pulido, además contara con arenero, para limpieza.

2.5.1.1.6 Tubería

Tubería PVC S-25 para conducir el agua pluvial de las bocas de tormenta a la descarga, con las mismas características que para el Alcantarillado Sanitario.

2.5.1.1.7 Red de drenaje sanitario

Constará de una red de líneas de diferentes diámetros a partir de 25 cms. que se conectaran a una línea principal o colector ubicado aguas abajo el cual conduce las aguas negras a una planta de tratamiento ubicada en la parte baja del predio de 80 lts/s que será construida en etapas y una vez tratada el agua será utilizada para riego de áreas verdes y el excedente se verterá al arroyo Los Cobos, el sistema de la planta será mediante aireación extendida y lodos activados.

La tubería del será de PVC sanitario serie 25. La red de alcantarillado será ubicada a la mitad de la calle a 165 cm de profundidad promedio a partir de la rasante del pavimento.

El trazo de los ejes de las cepas se hará en tramos rectos entre pozos de visita, posteriormente se marcará los anchos de la cepa, estos estarán en función del diámetro de la tubería y a la profundidad de proyecto. Las excavaciones en las cepas podrán hacerse a mano con pico y pala, o con máquina zanjadora, se dará al lecho de la zanja la pendiente del proyecto, para fijar los niveles.

Se procederá a colocar puentes de madera a cada 10 diez metros de distancia a partir de un pozo de visita, se nivelarán topográficamente y se fijará el escantillón con la niveleta en donde se tenderá un hilo paralelo a la pendiente proyecto del tramo.

La tubería será de PVC hermético del tipo S-25 letra "S" guion veinticinco apoyada en una cama de arena de un espesor de entre 7 siete y 10 diez centímetros, y en caso de presencia de nivel freático se procederá a colocar un filtro de grava de espesor variable, la tubería deberá resistir la abrasión provocada por los cuerpos sólidos contenidos en las aguas negras y las velocidades a las que se conduce el agua pluvial.

Una vez instalada la tubería se procederá a rellenar las cepas con material de banco previamente aprobado por el laboratorio de control de calidad, esparciendo material uniformemente en capas de 20 veinte centímetros., de espesor suelto, compactándose con pisón, sea de mano o vibratorio, hasta lograr 90% noventa por ciento de compactación Proctor que deberá ser supervisada por el laboratorio.

2.5.1.1.8 Descargas de drenaje

Serán de tubería de PVC de 15 quince centímetros (6" seis pulgadas) de diámetro, la pendiente mínima será de 2% dos por ciento y la conexión a la red general, se hará por medio de una silleta, haciendo un orificio en la parte superior del tubo.

Las cajas de válvulas que contengan válvulas contra incendio o desfogue contaran con una descarga de 15 quince centímetros (6" seis pulgadas) de diámetro conectadas al pozo de visita más próximo.

2.5.1.1.9 Pozos de visita

Se construirán conforme a los diseños aprobados y se ubicarán en las intersecciones de las calles o donde existan quiebres en las mismas, o en longitudes de la red no mayores a 80 m. Ochenta metros. Constarán de cimiento de piedra braza, muro de tabique de lama o de concreto, asentado con mortero de cemento-arena de río proporción 1:3 uno a tres, la superficie interior y exterior se enjarrará con mortero de cemento-arena de río proporción 1:3 uno a tres con un espesor promedio de 2 dos centímetros, en la parte superior llevará una dala de coronación de concreto simple f'c=150 kg/cm2 ciento cincuenta kilogramos sobre centímetro cuadrado, donde se apoyará el brocal y tapa que podrá ser de concreto armado o hierro ductil, según diseño, el pozo deberá tener una escalera marina formada con escalones de varilla corrugada de 5/8" cinco octavos de

pulgada de diámetro, empotrados 15 quince centímetros con una anchura de escalón de 35 treinta y cinco centímetros. y una distancia entre ellos de 37.5 treinta y siete y medio centímetros.

De acuerdo a las nuevas especificaciones y lineamientos, los sistemas de alcantarillado se deben manejar en sistemas separados, contándose con uno exclusivamente para las descargas sanitarias y otro independiente para los caudales pluviales generados en el predio.

2.5.1.2 Planta de tratamiento de aguas

Existe una planta de tratamiento fuera del predio que será acondicionada para dar servicio al proyecto pero no forma parte de su superficie de intervención ni CUSTF. Esta planta de tratamiento será del método "Lodos Activados"

Un sistema de lodos activados es un proceso biológico (bioproceso) utilizado para la depuración natural (biorremediación) de las aguas residuales. El tratamiento general con lodos activados consiste de dos partes:

- Un tratamiento aerobio de las aguas residuales, en el cual, un cultivo aeróbico de microorganismos en suspensión oxidan la materia orgánica y…
- Una conjunto de procesos de biodegradación (oxidación de la materia orgánica disuelta) y biosíntesis (producción de nueva biomasa celular) cuya finalidad es la producción de un clarificado (agua sin materia orgánica en suspensión) bajo en DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), SS (Sólidos Suspendidos) y turbiedad.

Este es tratamiento primario por razones obvias, posteriormente un efluente secundario es separado del volumen principal de lodos activados, de las partes altas del clarificado, de donde, pasa a un tratamiento secundario en cual, el clarificado es re-oxigenado, filtrado y luego servido o vertido a una corriente natural o re-utilizado para agua de riego. En las partes bajas o fondos del sistema se acumulan los lodos o fangos; el exceso debe ser decantado y compactado mediante una línea o corriente de purga y otra parte usualmente es recirculada (recirculación) nuevamente hacia los fondos por una corriente de derivación. La derivación tiene por objetivo enriquecer y renovar la población de microorganismos activos. El fango activado se puede considerar como un

cultivo mixto de microorganismos en suspensión, enriquecido por cantidad de materia orgánica en descomposición (biocenosis).

Desde el punto de vista biotecnológico, una planta de lodos activados es un bioproceso de funcionamiento continuo, en donde el tratamiento biológico de aguas residuales para su depuración es realizado por un reactor biológico o birreactor, mediante un proceso de cultivo contínuo de fangos activados, que se realiza a través de un cultivo bacteriano aerobio mixto de microorganismos en suspensión: bacterias filamentosas y formadoras de flóculos; cuyo accionar causa la oxidación de la materia orgánica en suspensión. El contenido del reactor se conoce con el nombre de "liquido mezcla". El ambiente aerobio se consigue mediante la aireación o difusión forzada de aire dentro del medio fluido, por el uso de difusores de aire que, a su vez, permiten mantener el líquido mezcla perfectamente agitado y en movimiento contínuo (estado de mezcla completa). Debe pasar un periodo de tiempo determinado, llamado tiempo de retención, para que, la mezcla de células nuevas con células viejas, conduzca a la oxidación completa de la materia orgánica. De ahí, parte del liquido mezcla es pasado desde la parte superior del tanque, hasta un tanque de sedimentación para su separación del agua residual tratada. Este proceso es llamado

clarificación del agua. Otra parte del líquido mezcla, es pasado desde la parte baja del tanque (que contiene las células sedimentadas) y se recircula para mantener en el birreactor, una concentración de células equilibrada. Finalmente, la otra parte se purga del sistema (fango en exceso) hacia otro proceso en donde son tratados los fangos. Las bacterias filamentosas y las formadoras de flóculos son los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica del afluente. El agua procedente del tratamiento primario, al tanque de aireación, en donde es mezclada con el aire disuelto que sale por los difusores. El suministro de aire a lo largo de toda la longitud del tanque debe ser uniforme para lograr una mezcla completa. Durante el periodo de aireación se produce la absorción, floculación y oxidación de la materia orgánica en suspensión. Los sólidos del fango activado se separan en un decantador secundario. Este proceso necesita de una carga orgánica reducida y un largo periodo de aireación.

2.5.1.3 Pavimento

2.5.1.3.1 Terracerías

El terreno en breña se desmota para retirar la vegetación más grande posteriormente se procede al despalme que es el corte y retiro de la capa vegetal superficial con un espesor de entre 20 y 30 cms. Se continua con los cortes de calles y manzanas de acuerdo a las rasantes o niveles de proyecto, el material producto del corte se utilizará en los terraplenes de vialidades y manzanas, éstos se construirán en capas no mayores de 0.30 treinta centímetros de espesor con material que se compactará al 90% noventa por ciento Proctor. Estos trabajos se realizarán con maquinaria pesada especializada.

2.5.1.3.2 Capa base

Será de material granular de 1 ½" a finos y material arenoso con V.R.S de 80% mínimo, aprobado por el laboratorio, con un espesor mínimo de 15 quince centímetros compacto. La compactación deberá hacerse utilizando el equipo adecuado al material, rodillo liso o vibratorio, la humedad óptima estará controlada por el laboratorio, así como la compactación, debiendo ésta ser de un mínimo de 95% noventa y cinco por ciento de su P.V.S.M.

Se tendrá un laboratorio especializado encargado de controlar tanto la humedad óptima como la compactación.

La terminación se hará con plancha de rodillo liso vibratorio, para obtener una superficie lisa y nivelada.

2.5.1.3.3 Guarniciones

Se construirán de concreto simple con una resistencia mínima de proyecto a la compresión de f'c= 250 kg/cm2, doscientos cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado con sección tipo pecho de paloma de 60 sesenta por 27 veintisiete por 15 quince y en camellones el machuelo es de 30 treinta, prefabricada o colada en el lugar, sobre la base compactada, para confinar el pavimento, la guarnición sobresaldrá 0.10 diez centímetros del pavimento.

2.5.1.3.4 Banquetas

Se construirán sobre la Avenida de ingreso, de concreto simple con una resistencia mínima de proyecto a la compresión de f'c= 150 kg/cm2, ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado, con un espesor promedio de 8 ocho centímetros coladas en el lugar, sobre el terreno previamente conformado y compactado. Las formas (cimbras) deberán ser metálicas o de madera y se utilizará vibrador de regla plana.

El colado se hará en losas alternadas de 2.50 dos metros cincuenta centímetros de largo como máximo, únicamente sobre las vialidades municipales.

2.5.1.3.5 Pavimentos

Losa de rodamiento se realizará a base de concreto hidráulico av. principal con un espesor de 20 centímetros MR-45 y en vialidades dentro de cotos y/o fracción de con un espesor de15 quince centímetros MR-42 aproximado. y cenefas, tapetes de cantera irregular gris tipo san Andrés en cruceros de calles interiores y en avenida, asentada sobre un mortero de cemento arena de río proporción 1:3 uno a tres.

2.5.2 Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa se requerirán acciones comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento en general, todas ellas a realizarse manualmente con utensilios y herramientas básicas sin el uso de maquinaria pesada, productos químicos y/o herbicidas de alta persistencia.

En general, las actividades consistirán en:

- Las vialidades serán sujetas a mantenimiento, asimismo las banquetas y camellones.
- La planta de tratamiento será monitoreada constantemente para la detección temprana de fallas y de esta manera evitar fugas o desperfectos en la misma.
- Se contará con contenedores separados en orgánico e inorgánico para la basura doméstica.
- En todo momento se buscará la educación ambiental mediante talleres a los trabajadores para fomentar el cuidado al medio ambiente.

2.5.3 Abandono de sitio

No se tiene contemplado el abandono del sitio

2.5.4 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera

2.5.4.1 Emisiones a la atmósfera

- Debido al tipo de proyecto, únicamente se generarán emisiones a la atmósfera durante el proceso de construcción. Mismas que se apegarán a la normativa oficial vigente en la materia.

2.5.4.2 Residuos Líquidos

- Las descargas de aguas negras se realizarán en apego a la normativa aplicable vigente.
- La canalización del agua de lluvia se realizará en apego a la normatividad aplicable vigente
- La planta de tratamiento de aguas se apegará a la normatividad vigente de acuerdo a la descripción de la obra desarrollada en el presente capítulo

2.5.4.3 Residuos Sólidos

- Los residuos sólidos serán recolectados por el municipio y alojados en contenedores temporales de acuerdo a su naturaleza.

- Los residuos de manejo especial que se generen durante la construcción del proyecto serán almacenados en un almacén especializado de acuerdo a la normativa vigente y dispuestos por una empresa que cuente con los permisos de traslado y disposición correspondientes.

2.6 Superficies de intervención

La construcción del desarrollo habitacional "Los Cobos" corresponde a un desarrollo nuevo, por lo que incurrirá en una superficie de afectación equivalente a la totalidad del predio. Es importante mencionar, que las áreas de causes superficiales y escurrimientos temporales deberán ser respetados. Las obras que se planean construir para el desarrollo habitacional "Los Cobo", se presentan a continuación.

Tabla 2-3 Superficie de intervención

Elemento	Superficie (Ha)	Vegetación a afectar	Sellamiento o no del suelo
Área Comercial	4.27	Matorral crassicaule	Si
Áreas Centro de Distribución	0.63	Matorral crassicaule	Si
Áreas verdes	21.56	Matorral crassicaule	No
Área habitacional	43.25	Matorral crassicaule	Si
Centro Deportivo	1.43	Matorral crassicaule	Si
Caminos	41.17	Matorral crassicaule	Si
Jardineras vecinales	3.80	Matorral crassicaule	No
Centro Vecinal	4.80	Matorral crassicaule	Si
Centro Barrial	3.21	Matorral crassicaule	Si
Total	124.12 ha		

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPITULO III

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

AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

Contenido

3 Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables. 3-61

3.1 Vinculación con la Legislación Federal 3-61

3.1.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. DOF 28-01-1988. Última Reforma DOF 16-01-2014 3-61

3.1.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. DOF 31-11-2000. Última Reforma 31-10-2014 3-62

3.1.3 Ley General de Vida Silvestre 3-64

3.1.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre 3-65

3.1.5 Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos DOF 08-10-2003. Última Reforma DOF 05-12-2014 3-65

3.1.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos DOF 30-11-2006. Última Reforma DOF 30-10-2006 3-67

3.1.7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 3-68

3.1.8 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable 3-68

3.2 Normas Oficiales Mexicanas 3-68

3.3 Vinculación con los Ordenamientos Ecológicos Territoriales y Programas de Desarrollo Urbano 3-70

3.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 3-70

3.4 Planes y Programas Nacionales y Estatales 3-78

3.4.1 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 DOF 29-04-2014 3-78

3.4.2 Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013 - 2035 3-80

3.4.3 Programa Estatal de Desarrollo Urbano Aguascalientes 2013-2035. 3-89

3.4.4 Programa Estatal De Vivienda Aguascalientes 2013-2035 3-95

3.4.5 Plan de Desarrollo Municipal 3-100

3.5 Ubicación del proyecto respecto a las áreas de importancia ecológica (Áreas Naturales Protegidas, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, etc) 3-102

3.5.1 Áreas Naturales Protegidas 3-103

3.5.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales. 3-106

3.5.3 Áreas Naturales Protegidas Municipales. 3-107

3.5.4 Regiones Terrestres Prioritarias 3-109

3.5.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias 3-111

3.5.6 Áreas De Importancia Para La Conservación De Las Aves 3-113

3.5.7 Sitios RAMSAR 3-115

3 Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

3.1 Vinculación con la Legislación Federal

3.1.1 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. DOF 28-01-1988. Última Reforma DOF 16-01-2014

Fundamento jurídico:

Artículo 1

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

Artículo 28

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

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

Artículo 30

Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de

los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación con el proyecto:

En atención al artículo 1 de la LGEEPA y debido a la naturaleza del proyecto, el fraccionamiento Los Cobos no representa un elemento que atente contra el desarrollo, salud y bienestar de los habitantes del Estado de Aguascalientes. Asimismo, la oferta de vivienda beneficiará a la población y las medidas de mitigación propuestas en el capítulo 8 de la presente MIA-P, permitirán garantizar la permanencia del ecosistema en el Sistema Ambiental definido.

Asimismo, el proyecto consiste en un desarrollo habitacional ubicado en el estado de Aguascalientes, municipio de Aguascalientes, para el cual ya cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo dando cumplimiento al Artículo 28, asimismo, la Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en cumplimiento con el Artículo 30 de esta Ley, por lo que el proyecto cumple con la misma.

3.1.2 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. DOF 31-11-2000. Última Reforma 31-10-2014

Artículo 5.

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

O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:

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

ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

Artículo 12.-

La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

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

II. Descripción del proyecto;

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

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Artículo 14.

Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

<u>Vinculación con el proyecto:</u>

El proyecto cumple con los artículos vinculantes de esta Ley, ya que se realizó la solicitud de cambio de uso de suelo, y en este caso, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular como lo señala el Artículo 13 y 14.

Asimismo, el presente documento representado por una MIA-P contiene los capítulos que indica el Artículo 12.

3.1.3 Ley General de Vida Silvestre

Artículo 5.

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

En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Además, dichas autoridades deberán prever:

I. La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres.

II. Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitat y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.

III. La aplicación del conocimiento científico, técnico y tradicional disponibles, como base para el desarrollo de las actividades relacionadas con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

IV. La difusión de la información sobre la importancia de la conservación de la vida silvestre y su hábitat, y sobre las técnicas para su manejo adecuado, así como la promoción de la investigación para conocer su valor ambiental, cultural y económico como bien estratégico para la Nación.

Artículo 19.

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

Vinculación con el proyecto:

Derivado de la ejecución del proyecto, las especies de fauna se verán desplazadas de su hábitat, por lo que se plantean medidas de mitigación y compensación como el rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre.

3.1.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Artículo 106.

> *Se considerará aprovechamiento de subsistencia al uso de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre para consumo directo o venta, para la satisfacción total o parcial de necesidades básicas relacionadas directamente con alimentación, vivienda y salud, así como las de dependientes económicos.*

Vinculación con el proyecto:

El proyecto no consiste en el uso o aprovechamiento de especies, sin embargo, y como se mencionó en el punto anterior derivado de la ejecución del proyecto las especies de fauna se verán afectadas por la pérdida de hábitat. Para ello, se plantea el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

3.1.5 Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos DOF 08-10-2003. Última Reforma DOF 05-12-2014

Artículo 19.

> *Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*
>
> *I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.*
>
> *VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.*

Artículo 40.

> *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

Artículo 41.

Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforma a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42.

Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Artículo 43.

Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Artículo 45.

Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en la Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda presentar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Artículo 95.

La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.

Vinculación con el proyecto:

Durante la ejecución de las actividades se seguirá la norma respecto a la generación de residuos, donde la empresa constructora será la responsable del manejo adecuado de los mismos, etiquetándolos debidamente y depositándolos en contenedores de acuerdo con el tipo de residuo hasta su disposición final ya sea a través de los servicios municipales de recolección o un tercero certificado.

3.1.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos DOF 30-11-2006. Última Reforma DOF 30-10-2006

Artículo 14.

El principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas

Vinculación con el proyecto:

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento señala los criterios a observar en el manejo y disposición final de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, por lo que durante en desarrollo de las actividades el manejo de los mismos será de acuerdo con el tipo, almacenándolos temporalmente en contenedores debidamente etiquetados hasta su disposición final.

3.1.7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Artículo 1

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto en el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 118.

Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento

Vinculación con el proyecto:

El proyecto cumple con esta Ley, ya que se presentó la solicitud de cambio de uso de suelo a través del Estudio Técnico Justificativo previamente ante la autoridad correspondiente.

3.1.8 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable

Vinculación con el proyecto:

El proyecto cumple con la Ley de Desarrollo forestal Sustentable y su Reglamento, ya que se presentó el estudio técnico justificativo ante la autoridad correspondiente para su evaluación.

3.2 Normas Oficiales Mexicanas

Tabla 3-1 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto

Norma Oficial	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las	Actualmente, a 1,200 metros del proyecto se encuentra una planta de tratamiento de agua, el promovente

Norma Oficial	Vinculación
descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	participará en su ampliación posteriormente. Esto forma parte de otra autorización.
NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se buscará que los autos que se empleen realicen el monitoreo de las emisiones de sus equipos, de tal forma que demuestren al promovente que no rebasan los límites máximos establecidos y en caso contrario, se realice el mantenimiento de los mismos.
NOM-053-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos generados durante la construcción y operación del proyecto "Fraccionamiento Los Cobos" serán tratados de acuerdo con su clasificación, mientras que su disposición final se realizará acorde a las normas oficiales mexicanas que le apliquen. Este manejo será realizado por un tercero el cual deberá cumplir con las normas y permisos pertinentes.
NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-1993	
NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	En el predio se identificaron 2 especies de fauna pertenecientes al grupo de los reptiles *Sceloporus grammicus* (Lagartija escamosa del mezquite) y *Crotalus scutulatus* (Víbora de cascabel) ambas en la categoría (Pr) "sujeta a protección especial". Para ello, se consideró el "Programa de Reubicación de Fauna.
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Durante la preparación del sitio y construcción se buscará que las maquinas no rebasen los límites máximos permisibles de ruido

Norma Oficial	Vinculación
	respetando en todo momento la Norma.

3.3 Vinculación con los Ordenamientos Ecológicos Territoriales y Programas de Desarrollo Urbano

3.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) está integrado por la regionalización ecológica (áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización).

La regionalización ecológica se integra por un conjunto de unidades ambientales biofísicas (UAB), que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las unidades de gestión ambiental (UGA) previstas en los programas de ordenamientos ecológicos regionales y locales.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI) para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Es este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

El “Fraccionamiento Los Cobos” se encuentra en:

Tabla 3-2 UAB en la que se encuentra el proyecto.

UAB	43 “Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes”
Clave	18.5
Área de atención prioritaria	Media

	Política ambiental	Restauración y aprovechamiento sustentable

Imagen 3-1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Tabla 3-3 Vinculación de las estrategias de la UAB con el proyecto.

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
a) Preservación	1) Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2) Recuperación de especies en riesgo. 3) Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Se propone un conjunto de medidas de mitigación con la finalidad de prevenir, remediar, rehabilitar, reducir y, en su caso, compensar los impactos ambientales que las actividades derivadas de la construcción provocarán en la superficie solicitada. Entre las acciones planteadas se encuentran las siguientes:

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
		〉 Platicas informativas sobre la importancia de la flora silvestre. 〉 Pláticas de concientización sobre el cuidado de la fauna silvestre 〉 Indicar mediante mantas o carteles que se prohíbe la extracción, introducción y comercio ilegal de especies de flora y fauna. 〉 No se permite la caza y actividades que puedan provocar daños a la fauna silvestre, así como la alteración de sus hábitats por parte de la planta de trabajo y usuarios del proyecto. Con respecto a las especies de flora y fauna señaladas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el área de estudio se identificó la presencia de *Sceloporus grammicus y Crotalus scutulatus,* ambas en categoría de Sujeta a protección especie, para la cual se proponen acciones de rescate y reubicación. Asimismo, previo al estudio se realizaron visitas de campo para conocer la diversidad existente para que con base en ellas determinar acciones y medidas de mitigación.
b) Aprovechamiento sustentable	4) Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies,	El proyecto no considera el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas o especies, sin embargo, derivado de la

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	recursos genéticos y recursos naturales. 5) Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6) Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7) Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8) Valoración de los servicios ambientales.	construcción del proyecto se proponen medidas para la protección y conservación de los ecosistemas y recursos naturales del área donde se plantea realizar el proyecto. Las estrategias 5 al 7 no aplican, ya que no le competen al promovente. Finalmente, en el punto 8 para contribuir al cuidado de los servicios ambientales, se proponen medidas de mitigación con la intención de prevenir, atenuar o, en su caso, compensar los impactos ambientales que las actividades pudiesen provocar.
c) Protección de los recursos naturales	12) Protección de los ecosistemas 13) Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	Se propone la implementación de un programa de restauración ambiental para contribuir con la protección del ecosistema de matorral crassicaule, el cual se vería afectado por las actividades de construcción. Asimismo, se consideran medidas específicas de conservación y protección de los factores ambientales. El punto 13 no es vinculante con el proyecto, ya que no le compete al promovente.
d) Restauración	14) Restauración de ecosistemas	Algunas de las acciones de esta estrategia propician la reforestación, restauración y compensación de tierras forestales erosionadas, perdidas y degradadas por las

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio			
		Estrategias	Vinculación con el proyecto
			diversas actividades que ahí se desarrollan. El presente estudio propone acciones de reforestación en una superficie de cercana a predio solicitado, así como la construcción de obras de conservación de suelo y agua
		15) Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	
e)	Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15 BIS Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	
		16) Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otro), a fin de que se posicionen en los mercados domésticos e internacional.	No es vinculante, ya que no le compete al promovente.
		17) Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
		18) Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de	

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	

Grupo 2. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
c) Agua y saneamiento	28) Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29) Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No es vinculante, ya que no le compete al promovente. Sin embargo, se proponen pláticas de concientización ambiental a los trabajadores y usuarios del proyecto donde se dará a conocer la importancia de conservar y proteger los factores ambientales dentro de los cuales se encuentra el agua.
d) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31) Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas. 32) Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y	No es vinculante, ya que no le compete al promovente

Grupo 2. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			
		Estrategias	Vinculación con el proyecto
		la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
e)	Desarrollo social	36) Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37) Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico – productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38) Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39) Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40) Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones	No es vinculante, ya que no le compete al promovente

Grupo 2. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
	de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41) Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	

Grupo 3. Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
	Estrategias	Vinculación con el proyecto
a) Marco jurídico	42) Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No es vinculante, ya que no le compete al promovente
b) Planeamiento del ordenamiento territorial	43) Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	
	44) Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No es vinculante, ya que no le compete al promovente

3.4 Planes y Programas Nacionales y Estatales

3.4.1 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 DOF 29-04-2014

El Programa Nacional de Infraestructura (PNI) 2014-2018 busca optimizar las obras de infraestructura de los sectores estratégicos del país a fin de potenciar la competitividad de México y asegurar que las oportunidades y desarrollo lleguen a todas las regiones del país, a todos los sectores y a todos los grupos de la población, apegándose al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. El PNI queda instituido por seis sectores, los cuales son: Comunicación y Transporte, Salud, Energía, Urbano y Vivienda, Hidráulico y Turismo.

Con relación al sector Urbano y Vivienda aborda lo siguiente:

Objetivo: Impulsar el desarrollo urbano y la construcción de viviendas de calidad, dotada de infraestructura y servicios básicos, con el acceso ordenado del suelo.

Tabla 3-4 Vinculación del Programa Nacional de Infraestructura con el proyecto.

Estrategia	Líneas de acción	Vinculación con el proyecto
5.1 Mejorar las condiciones y servicios de la vivienda de la población en un entorno de desarrollo urbano sustentable e inteligente.	5.1.1 Consolidar una política unificada y congruente de ordenamiento territorial, desarrollo regional urbano y vivienda, bajo la coordinación de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y que presida, además, la comisión intersecretarial en la materia. 5.1.2 Inhibir el crecimiento de las manchas urbanas hacia zonas inadecuadas. 5.1.3 Promover el uso intensivo del suelo interurbano y el aprovechamiento del	La construcción del proyecto denominado “Fraccionamiento Los Cobos”, será una obra desarrollada en una zona compatible con el nuevo uso que se le pretende dar al terreno.

	parque habitacional existente. 5.1.4 Fortalecer las instancias e instrumentos de coordinación y cooperación entre los 3 órdenes de gobierno y los sectores de la sociedad, con el fin de conjugar esfuerzos en materia de ordenamiento territorial y vivienda.	
5.4 Impulsar a los Desarrollos Inmobiliarios	5.4.1 Recibir, evaluar y priorizar los requerimientos de inversión de los desarrollos de vivienda, principalmente de los que cuenten con niveles de abandono significativos y los Desarrollos Certificados. 5.4.2 Ampliar los recursos, créditos y subsidios para la infraestructura urbana y vivienda para la población rural. 5.4.3 Promover el desarrollo de los proyectos de competencia federal. 5.4.4 Integrar una cartera de proyectos y dar seguimiento al desarrollo de los proyectos, para asegurar su conclusión.	El proyecto cumple con este precepto, ya que promoverá la vivienda.

3.4.2 Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013 - 2035

Fundamento jurídico:

De acuerdo al Artículo 31 de la Ley de Planeación del Desarrollo Estatal y Regional del Estado de Aguascalientes, el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial es el instrumento rector de los sistemas estatales de planeación del desarrollo urbano, ordenamiento territorial y ambiental para el Estado de Aguascalientes; este programa se elabora con base en el análisis, caracterización y aptitud del suelo, bajo criterios de sustentabilidad y tomando en consideración los aspectos económicos, ambientales, sociales y urbanos como líneas generales de estrategia; tendrá una duración de 6 años y se actualizará al término del tercer año de la gestión del Poder Ejecutivo del Estado; en su elaboración, los municipios del Estado tendrán la intervención que les competa de conformidad a sus atribuciones en materia de planeación, especialmente en materia de suelo, autorizarán los usos del mismo, conforme a sus atribuciones constitucionales y de sus programas de desarrollo urbano.

Unidades de gestión ambiental y territorial (UGAT)

La delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT) tiene la finalidad de regionalizar al Estado y orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de actividades productivas, asentamientos humanos y medidas de conservación y manejo de los recursos naturales. Para conformar las UGAT se utilizaron las unidades de paisaje cuya delimitación se basa en las topoformas del territorio. Las unidades de paisaje se utilizaron íntegramente a excepción de la unidad del Valle de Aguascalientes, que fue dividida en tres regiones.

El proyecto se encuentra sobre la UGAT 11 “El Soyatal”, tiene una población total de 33,221 habitantes, una superficie de 284,843.5 hectáreas y como principales actividades económicas la agricultura de temporal y servicios.

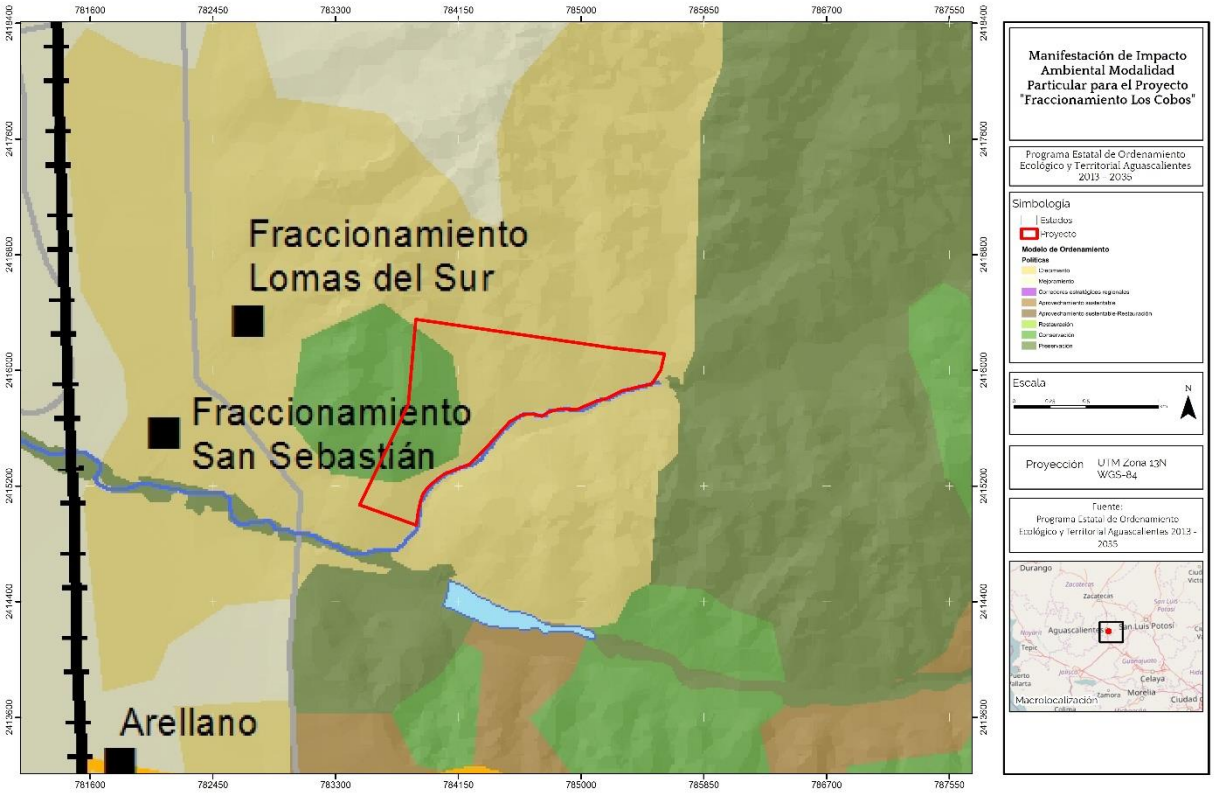


Imagen 3-2 Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013 – 2035

A continuación, se muestra la vinculación jurídica:

Tabla 3-5 Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial Aguascalientes 2013 - 2035

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
EEP 1	Preservación de especies y ecosistemas	**LAE1** Establecer y consolidar el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas y Sitios Prioritarios para la conservación **LAE3** Asegurar la conectividad entre las áreas de preservación, conservación, restauración y aprovechamien	Declaratoria Estatal de sitios prioritarios para la conservación de: el Chiquihuite, el conejal y arroyo Los Cobos. Realizar un estudio para determinar el corredor biológico entre estas tres áreas prioritarias	No es vinculante, ya que no es competencia del promovente.

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
		to sustentable promoviendo la creación de corredores biológicos al interior del Estado y para la región.	de conservación.	
		LAE6 Asegurar que los ecosistemas mantengan su viabilidad, estructura, composición y función ecológica.		
		LAE11 Fomentar la educación ambiental y reapropiación cultural de los recursos naturales y la biodiversidad.	Programa de educación y cultura ambiental	Durante la construcción se colocarán carteles/lonas que indiquen la ubicación de: contenedores de residuos para su correcta disposición, que inciten a los trabajadores el respeto hacia las especies aledañas al área de construcción, que delimiten la zona de trabajo, que promuevan el cuidado del medio ambiente entre otras.
EEP 3	Conocimiento de la biodiversidad, ecosistemas y recursos naturales.	LAE12 Establecer mecanismos de coordinación y convenios entre instituciones para mantener la disponibilidad de información para la toma de decisiones en materia ecológica y ambiental.	Establecer un sistema de información geográfica y su respectivo comité de actualización.	
EEC 1	Promover la gestión integrada de cuenca	LAE14 Proteger y restaurar las áreas de recarga de los acuíferos		Para el caso particular del proyecto, se realizó ante CONAGUA la delimitación de las tres cañadas que se
		LAE18 Mantener el buen estado de	Establecer los planes de manejo de La	

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
		las presas y otros embalses saneando y rehabilitando los cauces de ríos y arroyos.	Presa El Llavero, Las Grullas y Los Parga	ubican en el polígono del proyecto para solicitar la concesión de la zona federal. Se presenta como anexo dicho trámite.
EEC 3	Préstamo de servicios ambientales	LAE21 Fomentar el aprovechamiento forestal maderable y no maderable	Generar un catálogo de propietario.	El proyecto no contempla el aprovechamiento forestal.
EER 2	Recuperación de suelos	LAE38 Reforestación de suelos con alto potencial de erosión y vocación forestal o preferentemente forestal.		El proyecto contempla como medida de mitigación la reforestación, buscando preferentemente áreas degradadas a fin de recuperar dichas áreas.
EER 3	Revisión de los procesos de degradación ambiental	LAE41 Integrar programas de reforestación y propagación de especies nativas, tanto en áreas urbanas como el resto del territorio.	• Reforestación zona de Soyatal y presa de los Praga • Proarbol • Prodeplan	La reforestación que se plantea se realizará con el mismo tipo de vegetación que se vería afectado.
EER 5	Mitigar y prevenir los efectos del cambio climático.	LAE47 Fomentar el uso de tecnologías verdes en todos los sectores económicos y asentamientos humanos LAE48 Identificar las acciones prioritarias para	Calentadores solares Focos ahorradores	No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones.

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
		mitigar, prevenir y adaptarse al cambio climático en los centros de población.		
		LAE 49 Incentivar los proyectos de captura y disminución de gases efecto invernadero.		
EER 6	Prevenir y reducir la contaminación ambiental	**LAE51** Integrar diagnósticos de la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que permitan abatir la contaminación por generación de basura.	Programa Integral de Manejo y Generación de Residuos Sólidos.	No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones.
ETC 1	Desarrollo urbano y territorial armónico y ordenado	**LAT14** Implementar un modelo de desarrollo urbano y ordenamiento del territorio ubicando al interés público por encima de los intereses de los particulares.	Generar y/o actualizar los instrumentos de planeación urbana.	No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones. Sin embargo, el proyecto que se pretende desarrollar considera en su planeación y diseño los programas para respetar tanto el medio ambiente como el crecimiento ordenado.
		LAT15 Promover la coordinación entre los tres niveles de gobierno para planear y regular el desarrollo urbano y ordenamiento territorial, impidiendo la expansión física		

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
		desordenada y desvinculada del equipamiento y los servicios.		
		LAT17 Fortalecer los procesos de planeación y gestión urbana y territorial a fin de asegurar el crecimiento ordenado de los centros de población.	Actualizar el Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes.	
		LAT18 Restringir la utilización de nuevas reservas urbanas, mientras no exista un programa o esquema de desarrollo urbano debidamente aprobado para el centro de población.		
ETC 2	Reservas territoriales y regularización de la tenencia de la tierra	LAT19 Supervisar las áreas susceptibles a invasión para prevenir el establecimiento de asentamientos humanos irregulares.	Establecer un comité estatal permanente de Asentamientos humanos irregulares. Elaborar SIG con la identificación de AHI	No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones
		LAT20 Identificar los asentamientos humanos irregulares y regularizarlos mediante mecanismos técnico-jurídico	Establecer un comité permanente de Asentamientos humanos irregulares	

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
		correspondientes.		
		LAT22 Implementar la provisión adecuada de reservas territoriales aptas para garantizar la producción de la vivienda social con criterios de sustentabilidad y para generar oferta de suelo para las familias de menores ingresos.	Programa estatal de suelo y reservas territoriales de desarrollo urbano y la vivienda	
ETC 3	Desarrollo y consolidación de la zona metropolitana de Aguascalientes -Jesús María- San Francisco de los Romo	LAT24 Establecer un sistema de reservas de crecimiento urbano ordenadas y planeadas acordes con las necesidades de la población.	Programa Estatal De Reservas Territoriales.	No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones.
ETM 1	Ampliar la red de transporte y hacer más eficiente la movilidad inter e intraurbana.	LAT28 Planear y promover el establecimiento y modernización de la infraestructura carretera.		No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones.
		LAT32 Impulsar el establecimiento de ciclovías y otros servicios multimodales de transporte que faciliten la movilidad de las personas.	Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable.	
ETM 2	Consolidad y mejorar la infraestructura	LAT33 Mejorar el rendimiento de las plantas		No aplica, ya que no es competencia

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
	para el aprovechamiento del agua.	tratadoras de aguas en el Estado y mejorar su calidad. **LAT35** Lograr la cobertura universal de servicios de drenaje en el Estado. **LAT37** Promover obras de infraestructura sanitaria en los conjuntos habitacionales, que incluyan plantas de tratamiento y sistemas de rehúso. **LAT38** Impulsar programas de mantenimiento, modernización de la infraestructura hidráulica, para la distribución de agua de calidad. **LAT39** Consolidar los centros de apoyo y las cabeceras municipales propiciando la descentralización de la población y evitando la dispersión en el medio rural. **LAT40** Aprovechar eficientemente el espacio urbano revitalizando		del promovente dirigir dichas acciones.
ETM 3	Consolidar las localidades dotándolas de los servicios de infraestructura y equipamiento básicos.			No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones

Clave	Estrategia	Línea de acción	Proyectos	Vinculación con el proyecto
		los centros urbanos e impulsando los usos del suelo mixto.		
ESE 1	Combatir la marginación y pobreza.	LASE1 Mejorar las condiciones de vida de la población en localidades marginadas.	Programa Estatal de Vivienda.	A través del desarrollo del proyecto se promueve la vivienda para la mejora en la calidad de vida de los habitantes.
ESE 2	Mejorar las condiciones de acceso y calidad de la vivienda.	LASE3 Generar mecanismos que permitan ampliar o mejorar las viviendas y aumentar la calidad de vida. LASE4 Vincular las necesidades de vivienda de la población con el Ordenamiento Territorial.		Mediante el desarrollo del proyecto se permitirá que los habitantes mejoren su calidad de vida a través de la disposición de viviendas.
ESE 5	Fomentar industrias competitivas, limpias y socialmente responsables.	LASE12 Desarrollo de infraestructura en los corredores y zonas con las características idóneas para el desarrollo industrial, comercial y de servicios.		No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones.
ESE 7	Reconversión productiva y tecnificación de las actividades primarias.	LASE16 Capacitación a productores en desarrollo tecnológico, innovación productiva, promoción cultural y manejo de suelos y agua.		No aplica, ya que no es competencia del promovente dirigir dichas acciones.

3.4.3 Programa Estatal de Desarrollo Urbano Aguascalientes 2013-2035.

Dentro de las disposiciones legales de tipo federal que otorgan sustento jurídico al presente Programa Estatal de Desarrollo Urbano se encuentran las siguientes:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley General de Asentamientos Humanos.
- Ley de Planeación.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Asimismo, en el ámbito estatal se fundamenta en:

- Constitución Política del Estado de Aguascalientes.
- Ley De Planeación Del Desarrollo Estatal y Regional Del Estado de Aguascalientes
- Ley de protección Ambiental para el estado de Aguascalientes.
- Código Urbano para el Estado de Aguascalientes.

El estado de Aguascalientes ocupa un sitio estratégico para el desarrollo, ya que se encuentra en una ubicación optima dentro de la Región Centro Occidente y del contexto nacional. Cuenta con una superficie de 5,621.55 km^2, siendo la cuarta entidad más pequeña del país; se conforma únicamente con once municipios lo que facilita la coordinación intermunicipal y a su vez con la propia administración estatal.

El 74% de la población total del estado se encuentra en edad de trabajar y dos de cada tres personas económicamente activas se dedican a las actividades del sector terciario, mientras que solo el 6.3% de la población participa en actividades agropecuarias y el 28.7% en el sector secundario.

El municipio de Aguascalientes concentra a cuatro de cada cinco de las unidades económicas registradas en la entidad. Asimismo, existe un sistema de parques industriales, distribuidos principalmente sobre el corredor Norte-Sur de la zona metropolitana de Aguascalientes, abarcando una superficie de 776.6 hectáreas para uso industrial y de servicios. Se cuenta con 122.5 hectáreas de proyectos próximos a realizarse. Asimismo, se encuentran plantas industriales

de renombre internacional, que, debido a sus dimensiones, se establecieron fuera de los parques industriales existentes.

El 80.8% de la población está concentrada en las 29 localidades urbanas. El área urbana es de 20, 368.56 hectáreas con una densidad de 47 habitantes por hectárea.

El 49.2% del territorio Estatal es propiedad social o ejidal, correspondiente a 187 ejidos. Además, se tiene registro de 214 asentamientos humanos irregulares ubicados principalmente en la periferia de la zona conurbada de Aguascalientes, así como en los municipios de Tepezalá, Cosío y Calvillo.

De las viviendas particulares habitadas del Estado 4, 943 (1.7%) 8, 316 no cuentan con el servicio de agua potable dentro de la vivienda y 6, 870 (1.9%) están carentes del servicio de drenaje.

En la entidad 1,446 viviendas no cuentan con ninguno de los tres servicios básicos, tres de cada cuatro viviendas son de tenencia propia, mientras que el 16.8% son alquiladas.

En un periodo de 10 años, se han autorizado 224 desarrollos habitacionales que representan un total de 3,083.96 hectáreas, siendo los años 2007, 2008 y 2010 los años en que más autorizaciones se registraron. De estos desarrollos autorizados el 94% se concentran en la zona Metropolitana de Aguascalientes.

Es importante considerar que la proyección de la población y la dinámica de crecimiento se espera que para el año 2035 la entidad cuente con una población de 1,793,274 habitantes, esto es 608,278 más en un periodo de 25 años, con un incremento anual promedio de 24,331 personas.

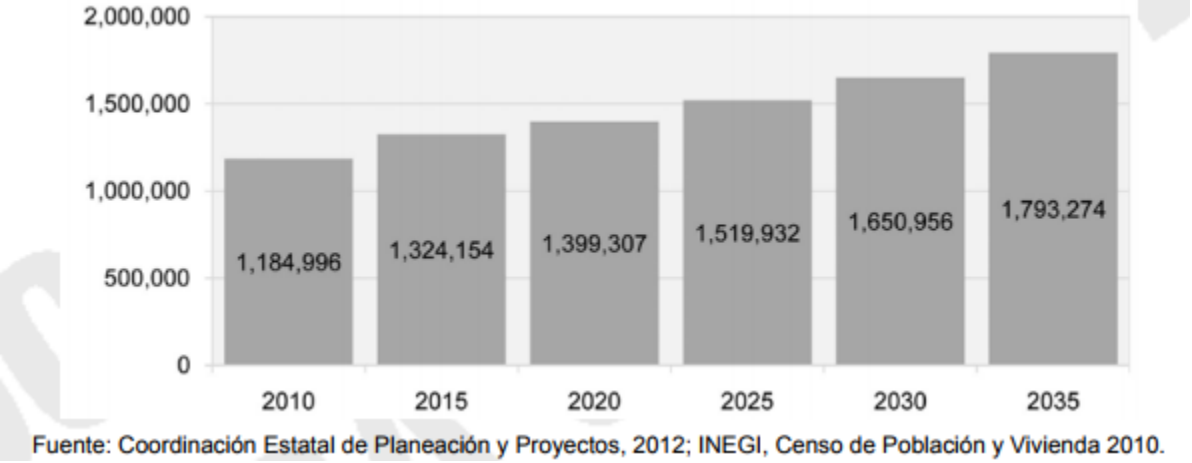


Imagen 3-3 Proyección del número de habitantes al 2035 de acuerdo con el INEGI, 2010.

Dentro de los objetivos del Programa se encuentran:

4.4 Objetivo estratégico para la infraestructura y los servicios urbanos

Elevar los niveles de cobertura, dotación, operación y conservación de los sistemas de infraestructura y servicios urbanos, implementando acciones para la conservación, mejoramiento y ampliación de las redes de infraestructura básica, necesaria para la realización de la sistematización urbana, emprendiendo un aprovechamiento sustentable de los recursos y de los residuos.

4.6 Objetivo estratégico para la vivienda y las reservas territoriales

Implementar los mecanismos para la regularización de la vivienda y de los asentamientos humanos, fomentando la construcción de vivienda sustentable con una política incluyente hasta el financiamiento y la promoción entre los sectores de menores ingresos de la población, estableciendo la provisión y reservas territoriales aptas para la fundación y crecimiento de los centros de población.

5.5 Metas para la Vivienda y las Reservas Territoriales

En el corto plazo, se formularán las acciones y políticas en materia de vivienda y para la constitución de las reservas territoriales para el desarrollo urbano y la vivienda, implementando un modelo de desarrollo urbano sustentable. Se implementarán los programas para la regularización de la tenencia de la tierra de los asentamientos humanos irregulares, así como la reubicación de las familias asentadas en zonas de riesgo.

Al mediano plazo, se constituirá la reserva territorial apta para garantizar la producción de la vivienda social con criterios de sustentabilidad, generando oferta de suelo para las familias de menores ingresos. De igual manera se dará seguimiento a los mecanismos para la regularización de los asentamientos humanos, dando seguridad jurídica de la tenencia de la tierra y la propiedad a los legítimos dueños.

En el largo plazo, se plantea la consolidación de los proyectos y acciones en materia de vivienda, asegurando que los nuevos desarrollos habitacionales cuenten con el equipamiento e infraestructura urbana acorde a los requerimientos de la población para mejorar su calidad de vida y propiciando la redensificación de la ciudad mediante la vivienda vertical adoptando criterios de sustentabilidad que garantice la protección al medio ambiente y de los recursos naturales.

6. ESTRATEGIAS

6.1 Estrategias generales para el desarrollo urbano y el ordenamiento del territorio

16. Promover la edificación de vivienda multifamiliar que densifique el aprovechamiento del terreno y lotes baldíos y de la infraestructura, equipamiento y servicios existentes.

17. Fomentar la constitución de reservas territoriales para desarrollo urbano y vivienda, que respeten la legislación y planeación urbana.

Asimismo, respecto al esquema de desarrollo regional, el proyecto se encuentra en la Región Metropolitana que de acuerdo con el Programa:

A) Región Metropolitana

Está conformada por los municipios de Aguascalientes, Jesús María y San Francisco de los Romo que conforman la Zona Metropolitana de Aguascalientes, ésta región cuenta con la mayor parte de la población de la Entidad, así como de la infraestructura, el equipamiento, los servicios y la industria, por lo que su vocación principal es la industria y el sector terciario.

Como estrategia general es implementar un Sistema de Ciudades Policéntrico, que propicie una inversión pública y privada ayudando a la distribución de equipamiento e infraestructura urbana, logrando un crecimiento ordenado y sostenible que garantice una movilidad accesible y eficiente para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

De acuerdo con las estrategias y políticas del Sistema Estatal de Centros de Población al año 2035 el proyecto se encuentra en un área cuya política urbana es "**consolidación**" a nivel Estatal:

Nivel Estatal: Es aquella que por su ubicación, potencial de desarrollo y conectividad, desempeña el rol de mayor jerarquía en el sistema y permite la orientación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial; así mismo, por generar actividad económica a través de la producción de bienes y de la prestación de servicios especializados que pueden ser distribuidos eficientemente en su área de influencia, garantizando con ello, que toda política e inversión tenga un efecto en el territorio estatal.

Consolidación: A través de la cual se plantea el ordenamiento y el mejoramiento de la estructura básica de aquellos centros de población que ya presentan crecimientos poblacionales y urbanos significativos, o cuando por sus características físicas y condicionantes urbanas no se considera conveniente impulsar su crecimiento demográfico, sino solamente complementar su infraestructura y servicios y redensificar las zonas habitacionales.

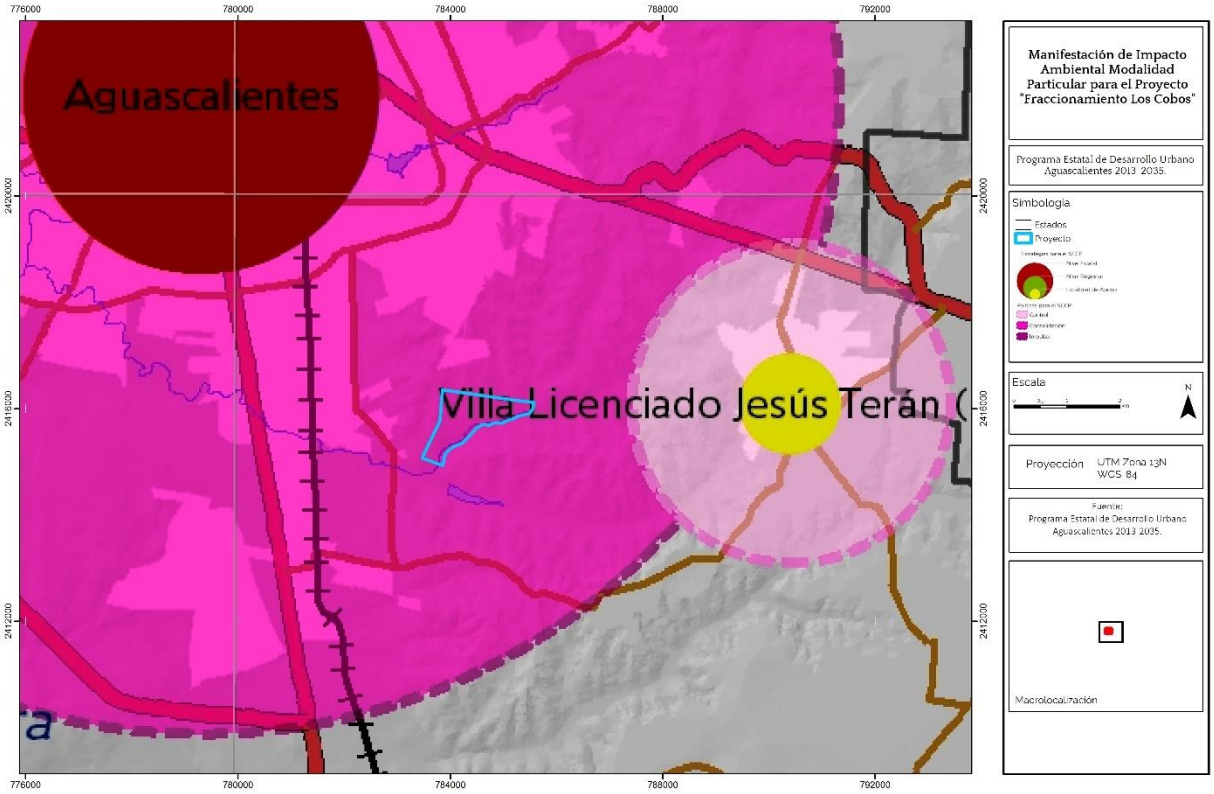


Imagen 3-4 Programa Estatal de Desarrollo Urbano Aguascalientes 2013-2035

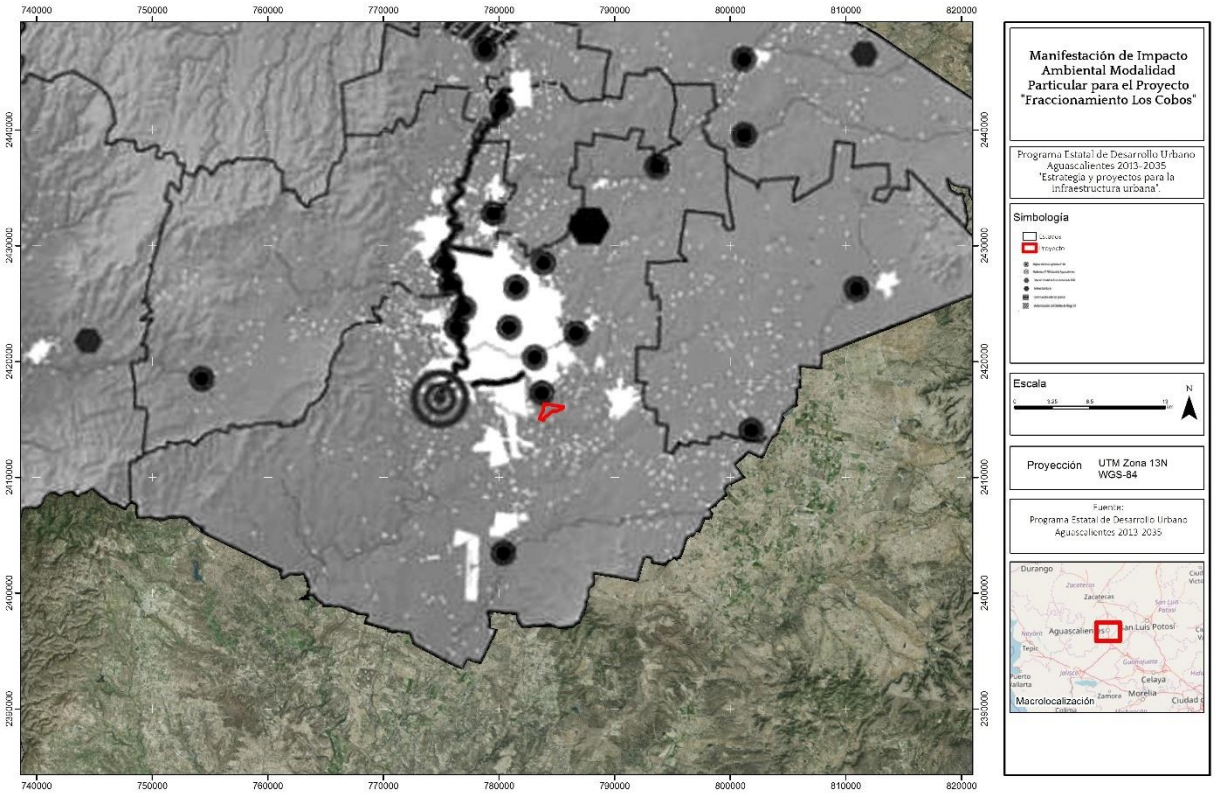


Imagen 3-5 Estrategia y proyectos para la infraestructura urbana del Programa Estatal de Desarrollo Urbano Aguascalientes 2013-2035.

Vinculación con el proyecto:

En las proyecciones de crecimiento se espera que para el año 2035 se tengan 1,793,274 habitantes, esto es 608,278 más en un periodo de 25 años, con un incremento anual promedio de 24,331 personas. Lo anterior representa un reto tanto en la demanda de servicios como en vivienda.

El proyecto consiste en un desarrollo inmobiliario en el municipio de Aguascalientes, en total 7,600 casas, lo cual ayudará a aminorar la falta de viviendas mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Asimismo, de acuerdo con las estrategias del Programa, el área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en una política de "consolidación" a nivel estatal se convierte en una zona idónea para el desarrollo urbano.

Respecto a las *estrategias y proyectos para la infraestructura* el proyecto se encuentra sobre la estrategia "*mejorar la eficiencia operativa de la PTAR"*. En este caso, la planta de tratamiento se encuentra fuera del predio.

Finalmente, el proyecto no infringe el Programa, ya que representa un desarrollo para la mejora de vida de los habitantes a la par de los objetivos y estrategias del mismo.

3.4.4 Programa Estatal De Vivienda Aguascalientes 2013-2035

La vivienda es parte integral del bienestar de la población, ya que en ella se desarrolla la familia, además es un elemento clave para la actividad económica, estimula el ahorro y fomenta el empleo. Desde hace 40 años, se estableció en México un sistema institucional de vivienda social basado en un modelo intervencionista de Estado con un importante marco legal y normativo. En la década de los 90´s este sistema institucional de vivienda adoptó un modelo que delegó la promoción en el sector privado, mientras que el INFONAVIT y el FOVISSSTE operan como financiadores de créditos hipotecarios para los adquirientes de vivienda.

Durante los dos últimos sexenios federales se consolidó una política que promovió la producción de vivienda nueva para atender la demanda de los trabajadores asalariados del sector formal, quedando limitados en la atención a trabajadores de bajos ingresos en situación de precariedad laboral.

La falta de coordinación entre los tres ámbitos de gobierno (federal, estatal y municipal) en materia de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y vivienda ha generado rezago y falta de calidad en la atención de servicios urbanos, frente a un mercado habitacional en permanente crecimiento, además ocasionando una mayor demanda de suelo, transporte y vías de comunicación. Esta demanda implica que los gobiernos locales realicen cada vez mayores inversiones en infraestructura y equipamientos.

Debido a los problemas que presenta la producción masiva de vivienda, recientemente se han establecido algunos cambios en la política nacional y estatal de vivienda entre los cuales destacan:

1. Elaboración de Instrumentos de planeación que desincentivan la localización lejana y discontinua de los nuevos conjuntos habitacionales;
2. Reducción del número de créditos para vivienda nueva y el incremento relativo a vivienda usada, mejoramiento físico y rehabilitación del parque habitacional existente, y;
3. Apoyo a la producción social de vivienda. De estos cambios surge la necesidad de realizar una revisión profunda en la política de desarrollo, financiamiento, inclusión y sustentabilidad ambiental de la vivienda. En este sentido, el Programa Estatal de Vivienda

2013-2035 parte de los principios del Plan Sexenal de Gobierno 2010-2016 y pretende que su diagnóstico y las recomendaciones derivadas del mismo sean un instrumento que coadyuve a la transformación estatal en el diseño de las políticas de vivienda.

El Programa Estatal de Vivienda establece los lineamientos estratégicos del gobierno del estado y, en específico, de las dependencias involucradas en el tema de vivienda para impulsar su desarrollo, abatir el rezago y atender sus necesidades con una visión integral, estratégica y de largo plazo, mediante la promoción y fomento de programas y proyectos de vivienda sustentables, acordes al ordenamiento urbano, territorial y ambiental, previstos para los centros de población.

De acuerdo con el diagnostico respecto a las condiciones sociales de la población se tiene que la dinámica poblacional en el Estado de Aguascalientes tuvo un crecimiento acelerado a partir de la década de los 80's, propiciado por la inversión en el sector industrial y de servicios, brindando oportunidades de empleo y generando inmigración de otros estados de la república, principalmente del Distrito Federal, reflejándose en el periodo de 1990 – 1995 con una tasa de crecimiento poblacional del 3.69%.

En el periodo 2005 – 2010 el crecimiento estatal poblacional llegó al 2.15% promedio anual. El municipio que registró la mayor tasa fue San Francisco de los Romo con el 4.40%; le siguió Jesús María con un crecimiento del 3.80%, superior a la media de la zona conurbada (2.24%), a diferencia del municipio de Aguascalientes que creció por debajo de la media estatal con el 1.97% anual.

Durante el periodo de 1990 al 2010 el Estado tuvo una tasa de crecimiento promedio anual del 2.53%; mientras que el crecimiento de la zona conurbada alcanzó el 2.58%, siendo mayor que el promedio estatal. El crecimiento en los municipios no metropolitanos fue del 1.94%, porcentaje que se encuentra por debajo del promedio estatal.

Municipios	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	Promedio
Zona Conurbada	3.16%	2.12%	2.78%	2.24%	2.58%
Aguascalientes	3.40%	2.00%	2.36%	1.97%	2.43%
Jesús María	5.80%	3.30%	5.21%	3.80%	4.53%
San Francisco de los Romo	6.02%	2.38%	7.51%	4.40%	5.08%
Resto de los Municipios	3.79%	0.86%	1.28%	1.81%	1.94%
Estado de Aguascalientes	3.69%	1.82%	2.44%	2.15%	2.53%

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Imagen 3-6 Crecimiento de la población promedio anual

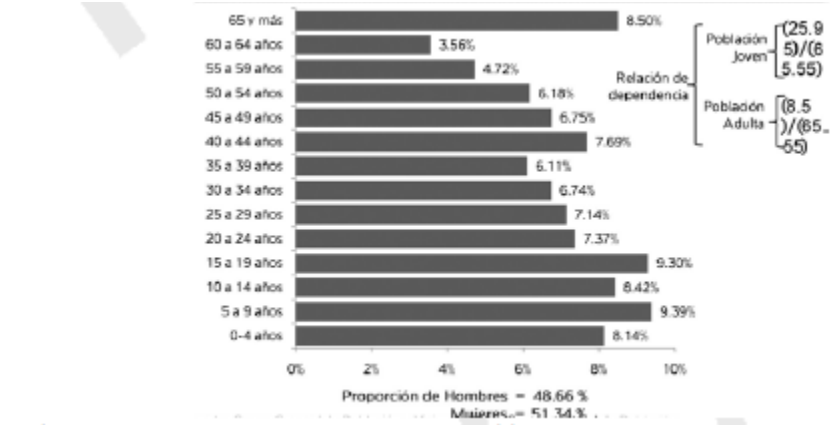
Respecto a la tendencia de crecimiento el punto 3.1.2 menciona que:

3.1.2 Tendencias demográficas y proyecciones de población 2016, 2020, 2025,2030 y 2035

De acuerdo a las estimaciones realizadas por la Coordinación Estatal de Planeación y Proyectos (CEPP), al año 2035, la población disminuirá su proporción en el rango de edad de los 0 a los 14 años en un 5.7%, el grupo de 15 a 39 años de edad también disminuirá su ritmo a 5.64%en comparación con el año 2010.

Sin embargo, la población en el rango de 65 años y más también registrarán un aumento del 3.07% con respecto al año 2010, casi el 50% de la población de este grupo de edad.

Por lo anterior, la dinámica demográfica muestra que la población independiente aumenta, al pasar del 62.98% en el año 2010 al 65.55% al año 2035.



Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2010, Consejo Estatal de Población

Imagen 3-7 Porcentaje de la población de acuerdo con la edad.

3.1.3 Condiciones de la población en relación a la vivienda

La vivienda es una necesidad humana fundamental, destinada a albergar una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, al igual que la alimentación y el vestido, su carencia priva al ser humano de su derecho a vivir con dignidad. La salud física y psicológica del

ser humano y aun su vida misma dependen de las posibilidades que los individuos y las familias tengan de usar y de disfrutar de ella.

Representa un bien que se refiere primordialmente a las necesidades de subsistencia y protección. También se requiere de ella para que no exista privación en los requerimientos de otras necesidades.

Asimismo, de acuerdo con el INEGI la población total y viviendas particulares por municipio en el 2010 para el municipio de Aguascalientes es de:

Municipio	Población total	Viviendas particulares
Total	1,184,996	361,576
Aguascalientes	797,010	247,710

Imagen 3-8 Relación entre población total y viviendas particulares en el municipio de Aguascalientes.

De las viviendas particulares habitadas y ocupantes y su distribución porcentual según tenencia por municipio:

Municipio	Viviendas y ocupantes	Viviendas particulares habitadas y ocupantes*	Tenencia			
			Propia	Alquilada	En otra situación	No especificado
Total	Viviendas	293,024	74.29	16.84	8.61	0.26
Total	Ocupantes	1,178,260	76.35	15.13	8.31	0.21
Aguascalientes	Viviendas	205,731	72.77	19.30	7.72	0.21
	Ocupantes	793,493	74.57	17.84	7.42	0.18

Imagen 3-9 Relación entre el número de viviendas y habitatantes y el tipo de tenencia.

Respecto a la calidad de la vivienda menciona que:

Para considerar una buena calidad en la vivienda, se toman en cuenta varios factores como sus cualidades constructivas, materiales empleados y condiciones de habitabilidad.

El Censo de Población y Vivienda 2010 a través de la información de los materiales utilizados para la construcción de pisos, techos y paredes, permite identificar la calidad de la vivienda.

En lo general, por medio de esta información se considera que el Estado de Aguascalientes tiene una buena calidad en la vivienda, sin que ello signifique eliminar los programas de mejoramiento de la misma ya que aún el 1.7% de las viviendas particulares habitadas en la entidad tienen piso de tierra, en tanto que el 40.47% corresponde a piso de cemento o firme, el 57.69% de las viviendas tienen piso de madera, mosaico u otro recubrimiento y el 0.18% no especificaron el material en pisos.

Para el 2005, se registraron 5,132 viviendas con piso de tierra en el Estado; durante el periodo 2005 –2010, se realizaron acciones de mejoramiento que redujeron este número a 4,802 viviendas, restando solo el 1.66% en el 2010 de las viviendas particulares con pisos de tierra, a diferencia del 2.09% del año 2005.

El mayor número de estas viviendas se concentraban en el Municipio de Aguascalientes, sin embargo, la mayoría de las acciones desarrolladas en este rubro se contabilizaron en el municipio de Asientos, como se puede observar en la siguiente tabla:

Municipio	Viviendas particulares habitadas1		Piso de tierra		Viviendas particulares habitadas con piso de tierra 2005 – 2010	Porcentaje de pisos de tierra	
	2005	2010	2005	2010		2005	2010
Total del Estado	245,625	289,444	5,132	4,802	-330	2.09	1.66
Aguascalientes	172,191	200,980	2,558	2,596	38	1.49	1.29
Asientos	8,482	10,006	604	280	-324	7.12	2.80
Calvillo	11,208	12,827	328	327	-1	2.93	2.55
Cosío	2,902	3,462	140	120	-20	4.82	3.47
El Llano	3,552	4,154	159	109	-50	4.48	2.62
Jesús María	17,727	22,801	482	566	84	2.72	2.48
Pabellón de Arteaga	8,346	9,385	159	145	-14	1.91	1.55
Rincón de Romos	9,484	11,078	377	401	24	3.98	3.62
San Francisco de los Romo	6,478	8,424	124	122	-2	1.91	1.45
San José de Gracia	1,639	1,883	59	28	-31	3.60	1.49
Tepezalá	3,616	4,444	142	108	-34	3.93	2.43

Fuente: INEGI, cuestionario ampliado del Censo de Población y Vivienda 2010.

[1] El total de viviendas particulares habitadas excluye viviendas móviles, refugios y locales no construidos para habitación debido a que no se captaron características de estas clases de vivienda, asimismo, excluye las viviendas sin información de ocupantes.

Imagen 3-10 Viviendas con piso de tierra en los municipios del Estado de Aguascalientes.

3.3.1 Oferta y demanda de vivienda

El mercado de vivienda está compuesto por factores que determinan, tanto su demanda como su oferta, conjugándose para ofrecer una vivienda que pueda ser vendida a un precio determinado en un mercado específico.

El INEGI informó que para el año 2010, 17 de cada 100 familias alquilan vivienda, en tanto que en el año 2000 se encontraban en esta situación alrededor de 14% de las familias, registrando que el número de familias que optan por rentar ha aumentado al paso del tiempo.

En la entidad se llevan a cabo distintos programas federales de apoyo a la vivienda, ya sea para créditos o subsidios. Entre ellos destacan los del INFONAVIT que son otorgados a trabajadores derechohabientes; los del FOVISSSTE que proporcionan créditos para vivienda a trabajadores al

servicio del Estado; los programas de la SEDATU, denominados Vivienda Digna y Esta es Tú Casa, ambos proporcionan subsidio federal, los cuales tienen como finalidad reducir la pobreza apoyando a los hogares mexicanos con ingresos por debajo de la línea de bienestar, para lograr la igualdad de oportunidades y que todos los mexicanos mejoren su calidad de vida mediante el acceso a una vivienda digna.

Planeación a nivel de Zona Metropolitana

De acuerdo al Modelo de Ordenamiento Territorial de la Zona Metropolitana de Aguascalientes – Jesús María – San Francisco de los Romo 2013 – 2035 (en proceso), se registra un área urbana actual de 21,585.8 has que actualmente se encuentra en su etapa final de consolidación, a su vez, se designa un área de reserva de crecimiento urbano de 8,906 has, la cual se tiene destinada para una población de 421,622 habitantes, en donde se consolidarán diversos usos de suelo como el habitacional, comercial, de servicios, así como el equipamiento y la infraestructura necesaria para el equilibrado desarrollo de la misma. Basados en esto, se designará un área para vivienda, aproximadamente del 45% del total, y se establecerá una densidad poblacional de 105 hab/Ha aproximadamente, que equivale a 193,600 viviendas a consolidarse en el horizonte establecido.

Vinculación con el proyecto:

En el futuro cercano la demanda de viviendas irá en aumento debido a las proyecciones de crecimiento de la población. El proyecto considera la construcción de 7,600 viviendas, lo cual ayudará a que los habitantes consigan un lugar idóneo para vivir además de ofrecer áreas recreativas para el esparcimiento.

El proyecto no se contrapone con el Programa y este se convertirá en una alternativa para la demanda de lugares donde vivir en Aguascalientes.

3.4.5 Plan de Desarrollo Municipal

La acción municipal estructurada en sus Ejes y Políticas se articula de forma que sean congruentes con la planeación que se define desde el Gobierno Federal y el Gobierno Estatal. El primero, establece cinco Metas Nacionales: México en Paz, México Incluyente, México con Educación de Calidad, México Próspero y México con Responsabilidad Global

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018 METAS NACIONALES	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2017-2019 EJES Y POLÍTICAS											
	CIUDAD HUMANA			CIUDAD INTELIGENTE E INNOVADORA			CIUDAD ORDENADA			GOBIERNO ABIERTO		
	MODELO DE SEGURIDAD PÚBLICA	AGUASCALIENTES INCLUYENTE	DESARROLLO ECONÓMICO	SERVICIOS PÚBLICOS DE CALIDAD	ESPACIO PÚBLICO	OBRA PÚBLICA INNOVADORA	CIUDAD PLANEADA	MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE	SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO	MUNICIPIO DIGITAL	FINANZAS SANAS	REGLAS CLARAS
MÉXICO EN PAZ												
MÉXICO INCLUYENTE												
MÉXICO CON EDUCACIÓN DE CALIDAD												
MÉXICO PRÓSPERO												
MÉXICO CON RESPONSABILIDAD GLOBAL												

Imagen 3-11 Eje y políticas del Plan de Desarrollo Municipal 2017-2019.

Respecto al crecimiento de la mancha urbana El creciente número de viviendas con diversas necesidades y su debida ocupación, exige la dotación de la infraestructura y equipamiento básico, en la que las personas satisfagan su abasto, asistencia social, comercio, cultura, deporte, educación, recreación, religión, salud, entre otras, dentro de su zona de convivencia diaria.

Dentro del eje 3 “Ciudad ordenada” se tiene:

El orden urbano es una responsabilidad compartida del gobierno municipal y la población, porque juntos es que éste puede prevalecer en el tiempo, aprender de sus aciertos y corregir sus desatinos. Este Eje prioriza la intervención urbana desde un punto de vista social, que contribuya en la construcción de la Ciudad Humana a la que se aspira. En este sentido, es necesario avanzar en la construcción de los instrumentos de planeación que permitan armonizar la visión de largo plazo del municipio, tanto sus zonas urbanas y rurales de forma integral.

El gobierno municipal debe potenciar su rol en materia de regulación ambiental de acuerdo a sus facultades legales; debe, en principio, garantizar que las actividades que se desarrollan en su territorio se apeguen a la normatividad respectiva y garantizar procesos de verificación permanentes. Además, debe ser riguroso en la aplicación de la normatividad que a él mismo corresponde, con el propósito de mostrar que el desarrollo

de la ciudad puede ser armonizado con el cumplimiento de las normas que apoyan la sustentabilidad.

En cuanto al desarrollo urbano, el Plan de Desarrollo Municipal contempla la construcción de desarrollos inmobiliarios, lo cual garantizará la calidad de las obras de urbanización logrando una mejor calidad de vida.

Vinculación con el proyecto:

Debido al crecimiento exponencial en cuanto al número de población y superficie urbanizada se refiere, las necesidades que ha demandado la ciudadanía en la última década han crecido en esa misma razón. Esto ha dado pie al incremento de la inversión económica para la realización de obras obligatorias e indispensables para garantizar mejores condiciones de infraestructura, seguridad, transporte y calidad de vida, entre otros beneficios para los habitantes.

El proyecto cumple con las metas propuestas en dicho Plan, ya que contempla la mejora de la infraestructura para otorgar una mejor calidad de vida de sus habitantes. Este Plan municipal es general y aplica para todas las localidades del municipio.

3.5 Ubicación del proyecto respecto a las áreas de importancia ecológica (Áreas Naturales Protegidas, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, etc)

La identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México es el resultado de diversas iniciativas auspiciadas por diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales, así como nacionales e internacionales tales como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), Pronatura, A.C., la Selección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (Cipamex), la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA), Fundación David y Lucile Packard, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y BirdLife International. A partir del año 1997 las iniciativas concentraron los esfuerzos en la investigación y conservación de la

biodiversidad, por lo que en todo el país se unificaron las metodologías adecuándolas a cada sitio en particular con la finalidad de identificar las regiones prioritarias. De acuerdo con los tipos de ecosistemas identificados, se establecieron cuatro tipos de regiones prioritarias, Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Si bien existían coincidencias geográficas en las cuatro regionalizaciones, se estableció que no serían aditivas ya que los criterios de selección de los polígonos son específicos para cada una de ellas. Se realizaron para cada región de cada tipo las fichas técnicas correspondientes donde se incluye la descripción sobre sus características físicas y biológicas (Arriaga-Cabrera, et al., 2009).

3.5.1 Áreas Naturales Protegidas

Dentro de la República Mexicana, referente a política ambiental, el instrumento de mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Protegidas; las cuales son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. Actualmente en México la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra 177 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25 millones 628 mil hectáreas en las diferentes categorías: Reserva de la Biósfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Santuarios (CONANP, 2015).

En ese sentido, *la ANP Federal más cercana al proyecto se localiza a 19 km al Este del área de estudio y se trata de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit dentro de la categoría de manejo Área de Protección de Recursos Naturales*, abarca parte de los Estados de

Zacatecas, Durango, Jalisco y Nayarit cuenta con una superficie total de 2,329,026 hectáreas; fue decretada en el año de 1949 y actualizado en el año 2002 y a la fecha no cuenta con Plan de Manejo. Los tipos de vegetación que presenta son ampliamente diversos, van desde los bosques templados de coníferas y encinos en las zonas altas, pasando por los matorrales xerófilos y pastizales, hasta las selvas bajas y palmar natural en las zonas de cañadas más bajas del área. Debido a la variabilidad de ecosistemas, los tipos de vegetación albergan una amplia gama de especies, de las cuales se pueden mencionar: *Pinus cembroides* (Pino piñonero, piñon), *Pinus lumholtzii* (Pino triste), *Pinus teocote* (Pino colorado, teocote),*Pinus durangensis* (Pino blanco), *Pinus ayacahuite* (Pino de navidad), *Cupressus lusitanica* (Cedro de San Juan), *Quercus laeta* (Encino), *Quercus coccolobifolia* (Encino, roble), *Quercus laurina* (Encino, encino jarrillo), *Quercus rugosa* (Encino),*Mammilaria senilis* (Biznaga cabeza de viejo), *Ferocactus histrix* (Biznaga barril, biznaga barril de acitrón), *Pinus engelmannii* (Pino real), *Pinus leiophylla* (Pino, ocote chino), *Pinus chihuahuana* (Pino de chihuahua), *Juniperus deppeana*(Cedro), *Juniperus durangensis* (Táscate), *Quercus resinosa*, *Quercus potosina*, *Quercus eduardii*, *Quercus grisea*, *Quercus sideroxyla*, *Quercus chihuahuensis, Quercus aristata, Quercus uxoris, Quercus gentry, Artostaphylos pungens, Quercus microphylla* (Encino chaparro), *Mammillaria longiflora* (Biznaga de flor grande),*Mastichodendron capiri* (Ejechí), *Cedrela odorata* (Cedro), *Bouteloua sp.*, *Acacia spp.* (Acacia), *Pinus spp*. (Pino),*Juniperus spp.*, Quercus spp., *Tabebuia chrysantha*, *Handroanthus impetiginosus* (Lapacho rosado), *Arbutus xalapensis* (Madroño), *Amoreuxia palmatifida*, *Pseudotsuga menziensii var. glauca* (Pinabeto), *Taxodium huegelii*(Ciprés de Moctezuma).

Con respecto a la fauna, ésta se compone de una compleja red trófica bien representada en todos sus niveles y de todos los grupos faunísticos, de entre las más representativas se encuentran: *Meleagris gallopavo* (Guajolote, pavo salvaje), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Pecari tajacu* (Pecari de collar), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Puma concolor* (Puma), *Canis latrans* (Coyote), *Sylvilagus floridanus* (Conejo castellano o serrano), *Lepus californicus* (Liebre cola negra), *Aquila chrysaetos* (águila real), *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (Cotorra serrana occidental), *Cyrtonyx montezumae* (Codorníz de moctezuma), *Tamias bulleri* (Chichimoco), *Strix occidentalis* (Búho moteado), *Crotalus lepidus* (Serpiente de cascabel), *Euptilotis neoxenus*(Trogón orejón), *Ara militaris* (Guacamaya verde), *Thalurania ridgwayi* (Ninfa mexicana), *Anas strepera* (Pato friso),

Anas discors (Cerceta ala azul, pato media luna), *Anas clypeata* (Pato cucharón norteño), *Colinus virginianus* (Codorniz cotuí),*Zenaida asiatica* (Paloma ala blanca), *Zenaida macroura* (Paloma huilota), *Columbina inca* (Tórtola Cola Larga), *Columbina passerina* (Tórtola Coquita), *Poecilia butleri* (Topote del pacífico), *Ictalurus dugesii* (Bagre del Lerma), *Myotis nigricans* (Murciélago negruzco, murcielaguito oscuro), *Puma yagouaroundi* (Jaguarundi, leoncillo), *Lontra longicaudis* (Nutria de río), *Panthera onca* (Jaguar*), Leopardus pardalis* (Ocelote, tigrillo), *Rana pustulosa* (Rana de cascada), *Rana montezumae* (Rana), *Hypsiglena torquata* (Culebra nocturna ojo de gato), *Tantilla calamarina* (Culebra ciempiés del Pacífico),*Lampropeltis triangulum* (Culebra real coralillo), *Ctenosaura pectinata* (Iguana negra). Las principales problemáticas que enfrenta la zona son la invasión de predios por grupos indígenas, la sobreexplotación de manantiales, pérdida de cobertura vegetal por actividades antropogénicas, cambio de uso de suelo, extracción ilegal de flora y fauna silvestre, ganadería extensiva, incendios forestales, introducción de especies exóticas, contaminación de escurrimientos superficiales y cacería furtiva.

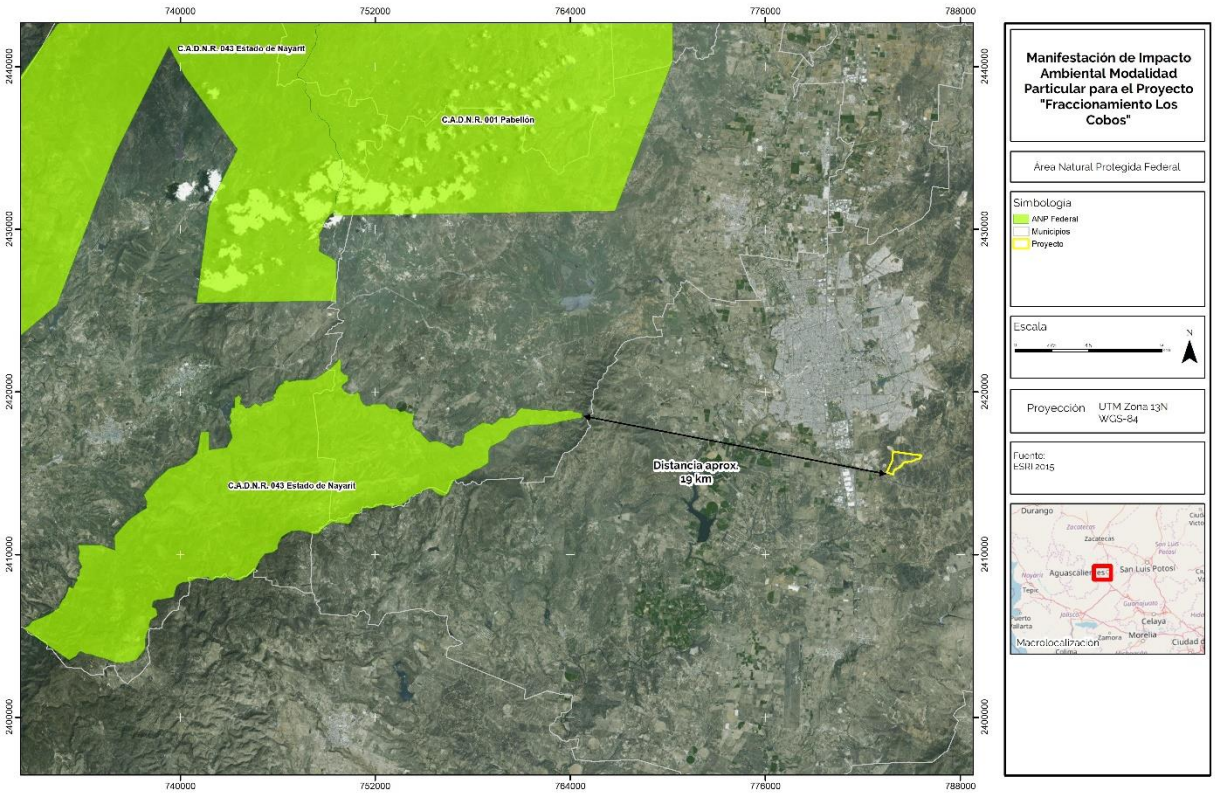


Imagen 3-12 ANP Federal más cercana al Proyecto

3.5.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales.

Esta categoría de ANP, surge con la finalidad de fortalecer los Sistemas Estatales de Áreas Naturales Protegidas en el País; a partir del año 2009 la CONANP en conjunto con los Gobiernos Estatales iniciaron un proceso de comunicación, coordinación y capacitación enfocado a mejorar las capacidades de las entidades Federativas en el mejor manejo y administración de las ANP de carácter estatal.

La ANP estatal más cercana al proyecto se encuentra a aproximadamente 12.5 km al Este, denominada ***Cerro del Muerto*** dentro de la categoría Monumento Natural; se encuentra dentro de los Municipios de Aguascalientes y Jesús María, tiene una superficie de 5,862 hectáreas y representa el 1.03% del territorio del Estado. Su decreto se incluía dentro del emitido por el presidente Lázaro Cárdenas en el año 1934 como Zona Protectora al Sistema Nacional de Riego 001; posterior a diversos decretos en que se incluía el Estado como zona Protectora Forestal, finalmente en el año 2008 se decretó el Cerro del Muerto como Monumento Natural por parte del Gobierno del Estado (2004-2010).

El *Cerro del Muerto* forma parte de un macizo montañoso que recorre el estado de Sur a Norte conocida como Sierra de Guajolotes, que a su vez forma parte de la Sierra Madre Occidental; presenta en las partes altas bosque de encino, en zonas más bajas se puede encontrar matorral espinoso, inerme y subtropical que forman un ensamble con los encinares y pastizales en el ecotono de cada uno de ellos. Es importante su conservación además de las características paisajísticas que lo definen, por los servicios ambientales que presta principalmente a la zona metropolitana de la Ciudad de Aguascalientes, de entre los que se pueden citar: la regulación del clima y los ciclos biogeoquímicos e hidrológico, contribuye a regular los escurrimientos de agua y a la disponibilidad y calidad del vital líquido al Valle de Aguascalientes.

Presenta además significativa riqueza biológica representada por plantas vasculares, entre los que destacan mezquite (*Prosopis laevigata*), el huizache (*Acacia spp.)* y los nopales (*Opuntia spp.)* así como una gran cantidad de biznagas (*Mammilaria spp.)* y encinares (*Quercus spp.).* Contiene especies de anfibios y reptiles como el camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), el alicante (*Pituophis deppei*), la serpiente de cascabel cola negra (*Crotalus molossus*) y la tortuga casquito (*Kirnosternon*

integrum); así como una gran cantidad de aves como la calandria (*Icterus wagleri*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el halcón cola roja (*Buteo jamaiscensis*) y el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*). Es refugio silvestre de mamíferos como el coyote (*Canis latrans*), el puma (*Puma concolor*), el lince (*Lynx rufus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Imagen 3-13 ANP Estatal más cercana al proyecto, denominada "Cerro del Muerto"

3.5.3 Áreas Naturales Protegidas Municipales.

Esta categoría de ANP se desarrolla a partir del interés de gobiernos municipales o iniciativa privada por conservar las características de biodiversidad de áreas que por el tamaño de su superficie son de competencia municipal o local.

El ANP más cercana al proyecto se localiza a 150.89 km al Suroeste en el Estado de Jalisco, se trata del Área Municipal de Protección Hidrológica de la Barranca del Río Santiago comprendida en el Municipio de Zapopan, Jalisco con una superficie de 17,729.91 hectáreas; la cual fue decretada en el año 2004 por el Gobierno del Estado de Jalisco para efecto de destinarlas a la preservación y protección del suelo, las aguas, y en general de los recursos naturales, forestales y de la cuenca

hidrológica; contemplando que la zona representa un área prioritaria a proteger por los valores ambientales que tiene y los servicios ambientales que presta no sólo al Municipio de Zapopan, sino a toda la zona Metropolitana de Guadalajara.

La zona presenta tres tipos de clima, el primero de tipo Aw1(w), cálido subhúmedo con lluvias en verano, y porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual, Aw0(w) clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5% del total anual; y (A)C(w1)(w) clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual. El tipo de vegetación que presenta la zona es bosque tropical caducifolio y bosque de encino principalmente; las especies representativas de la zona son: *Bumelia persimilis, Bursera bipinnata, B. copallifera, B. grandifolia, B. kerberi, B. penicillata, B. schlechtendalli, Ceiba aescuilifolia, Euphorbia tanquahete, Jatropha cordata, Leucaena esculenta, Lysiloma acapulcense, Pseudobombax palmeri, Sideroxilon capiri y Stenocereus queretaroensis, Quercus resinosa, Q. magnoliifolia, Chletra mexicana y Quercus laeta*. La fauna se compone principalmente de jabalí (*Tayassus tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), puma (*Felis concolor*), tejón (*Nassua narica*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), tlacuache (*Marmosa canescens*), urraca (*Callocitta collieli*), urraca marrón (*Piaya cayana*), coa (*Trogon mexicanus*) y guacamaya verde (*Ara militaris*).

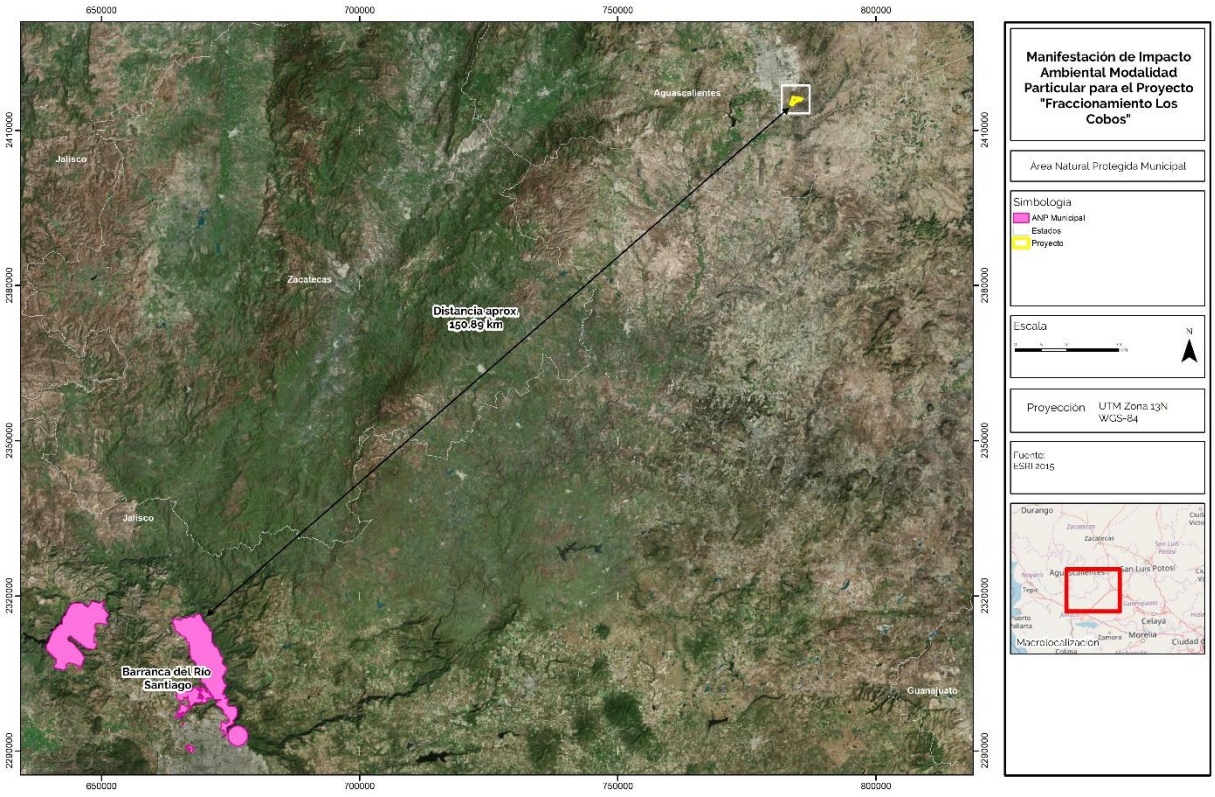


Imagen 3-14 ANP Municipal más cercana al proyecto

3.5.4 Regiones Terrestres Prioritarias

Esta regionalización se basa en la identificación de sitios con alto valor de biodiversidad en ambientes terrestres del país, donde se utilizan diversos criterios que la determinan, los cuales consisten en: 1) Extensión del área; 2) Integridad ecológica funcional de la región; 3) Importancia como corredor biológico entre regiones; 4) Diversidad de ecosistemas; 5) Fenómenos naturales extraordinarios (localidades de hibernación, migración o reproducción); 6) Presencia de endemismos; 7) Riqueza específica; 8) Centros de origen y diversificación natural, y 9) Centros de domesticación o mantenimiento de especies útiles. Por otro lado, es importante tener en cuenta las amenazas a las que está expuesta cada región por lo que se incluyeron los siguientes criterios de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad: 1) Pérdida de la superficie original; 2) Fragmentación de la región; 3) Cambios en la densidad de la población; 4) Presión sobre especies clave o emblemáticas; 5) Concentración de especies en riesgo, y 6) Prácticas de manejo inadecuadas. Finalmente se toman en cuenta los criterios de oportunidad para su conservación, Tales como: 1) Proporción de áreas bajo algún tipo de manejo inadecuado; 2) Importancia de los

servicios ambientales, y 3) Presencia de grupos organizados. Mediante paneles y talleres de expertos en la materia, en total se delimitaron 152 regiones terrestres que cubren 515,558 km2 a nivel nacional.

A aproximadamente 21.5 km al Noroeste de la zona del proyecto en territorio de los Estados de Aguascalientes y Zacatecas, se localiza la ***RTP-66 Sierra Fría*** con una superficie de 1,419 km2, por lo que su valor para la conservación es de de 3 (mayor a 1,000 km2). Es considerada dentro de esta categoría ya que se trata de un macizo de vegetación templada bien conservada rodeada de zonas más áridas; los principales tipos de vegetación son en su mayoría bosques de encino o asociaciones de encino con otras especies como pinos, por arriba de los 2,450 msnm y táscate por debajo de esa cota. Confluyen también áreas con matorrales templados, áridos y subtropicales, chaparrales, matorral crassicaule, matorral espinoso, matorral rosetófilo y pastizal natural; predominando sobre todos ellos el bosque de pino-encino y encino-táscate.

La RTP presenta tres tipos de clima, el 50% del área está regido por el clima tipo C(wo) Templado, con temperatura media anual de entre 12° y 18°C, la temperatura del mes más frío de -3° y 18°C y la temperatura del mes más caliente por debajo de los 22°; subhúmedo, de precipitación anual de 200 a 1,800 mm, régimen de lluvias de verano. El clima de tipo BS1kw abarca un 45% del área y se caracteriza por ser semiárido, templado con temperatura media anual de entre 12° y 18°C, la temperatura del mes más frio de entre -3° y 18°C y la del mes más caliente menor a 22°C, su régimen de lluvias de verano, temporada donde precipita del 5% al 10.2% del total anual. El 5% del área restante presenta tipo de clima BS1hw, semiárido, templado con temperatura media anual mayor a 18°C, la temperatura del mes más frío menor a 18°C y del mes más caliente mayor a 22°C, su régimen de lluvias de verano precipita más del 5% del total anual.

Predomina la topoforma *Sierra* seguido de los Piedemontes que definen el paisaje del área; el único tipo de suelo es de tipo Planosol éutrico (PLe) el cual presenta un horizonte A ócrico, subsuperficial, con significativo contenido de arcilla y de textura franco-arenosa o muy fina y grado de saturación de 50% o más; el horizonte subyacente dentro de los 50 cm superficiales presenta saturación según el período del año con evidentes señales de reducción y segregación de hierro.

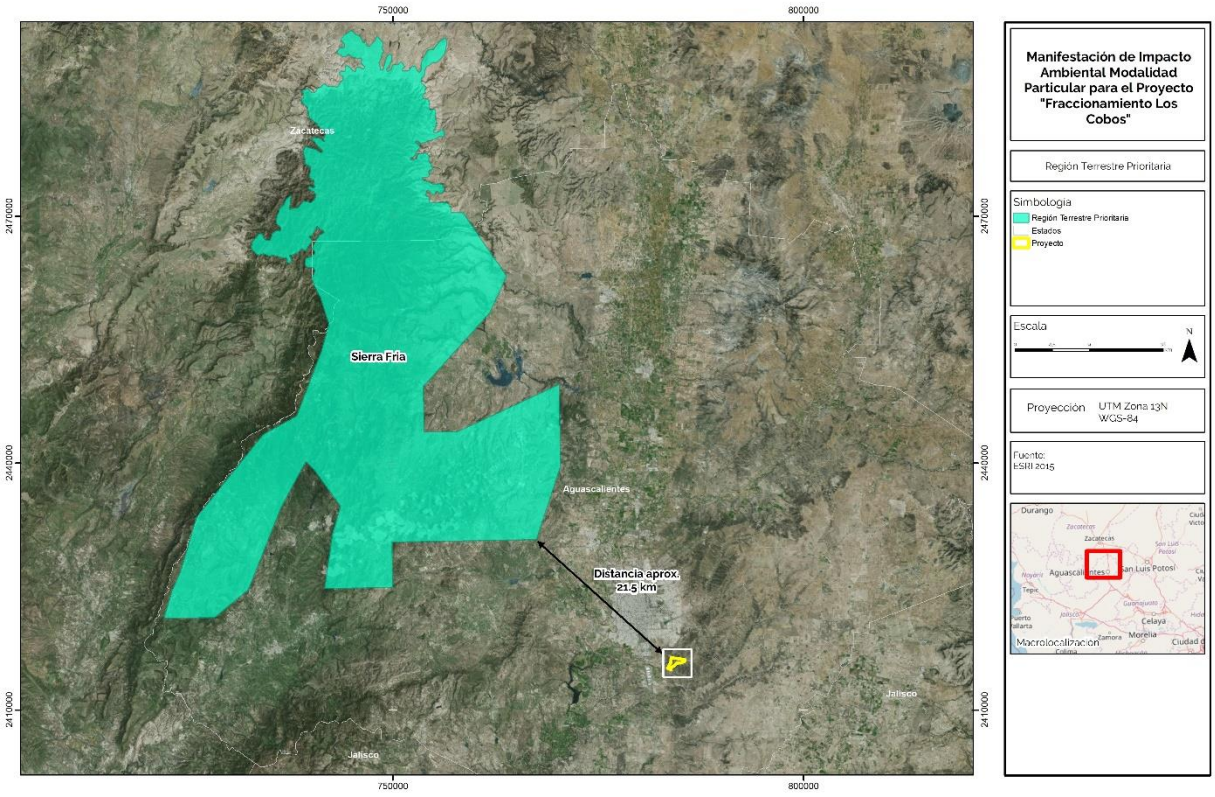


Imagen 3-15 Región Terrestre Prioritaria "Sierra Fría", la cual es la más cercana al Proyecto.

3.5.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias

Esta se sustenta tomando en cuenta los criterios basados en aspectos de biodiversidad y en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, además de tomar en cuenta el valor económico y los riesgos y amenazas a los que están sujetas las diversas cuencas hidrológicas. Tales elementos se adecuaron a grupos biológicos que se presentan en ambientes limnológicos, a las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales, así como a los ecosistemas incluidos en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras; a nivel nacional se delimitaron 110 regiones hidrológicas que cubren un área de 777,248 km2 de las principales cuencas hidrográficas del país. La problemática identificada en todo el país con respecto a las RHP, es la sobreexplotación de las aguas superficiales y subterráneas que ocasiona una notable disminución en la cantidad de agua disponible, intrusión salina, desertificación y deterioro de los sistemas acuáticos; la contaminación de los acuíferos someros y profundos principalmente por las descargas urbanas, industriales, agrícolas y mineras que provocan una disminución en la calidad del agua y favorecen su eutrofización; aunado a ello, los procesos de

erosión acelerada causados por el cambio de uso de suelo para la agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento urbano e industrial mediante actividades que modifican el entorno, como deforestación, alteración de cuencas, construcción de obras hidráulicas, desecación y relleno de áreas inundables; la modificación de la vegetación natural, la pérdida de suelo y los incendios, y finalmente, la introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua con el consiguiente desplazamiento de especies nativas y la disminución de la diversidad biológica.

El polígono que delimita el proyecto se encuentra en su totalidad dentro de la ***RHP-56 Valle de Aguascalientes-Río Calvillo*** que cuenta con una extensión de 5,046 km2 y abarca parte de los Estados de Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas; sus principales recursos hídricos lénticos son las presas Calles, Jocoqui, Juhuite, Niágara, del Rosario, La codorniz, la Media Luna, La Dichosa, del Llavero y el Saucillo; y los lóticos son los ríos Calvillo, Chicalote, Pabellón, San Francisco, Encarnación, Las Auras, Las Venas, Verde, Lagos, San Juan, Jalostotitlán, San Miguel y Paso Hondo; de igual manera cuenta con aguas subterráneas del acuífero Valle de Aguascalientes.

Las sierras Fría, del Laurel, de Palomas y una zona de lomeríos y planicies de suaves pendientes rodean los valles de Aguascalientes y Calvillo, la mitad norte predominan los suelos xerosoles y hacia el oeste suelo regosoles y litosoles; en el Valle de Aguascalientes dominan suelos vertisoles, ricos en materia orgánica. El clima dominante es de tipo BS con diferentes variaciones que están en función de la topografía y altitud, se dividen en semiseco semicálido, semiseco semifrío y templado subhúmedo, ambos con lluvias en verano con total anual de 400-700 mm y temperatura media anual de 16° a 20 °C.

Los principales ecosistemas son los tulares, matorrales subtropicales, matorral desértico micrófilo, pastizal inducido, pastizal natural-huizachal, nopalera, chaparral, bosques de encino y pino. Dentro de esta zona se registra el 10% de las especies de anfibios y reptiles del país. Las problemáticas principales se basan en la fragmentación de hábitats, urbanización creciente, pérdida de suelo y sobreexplotación de acuíferos.

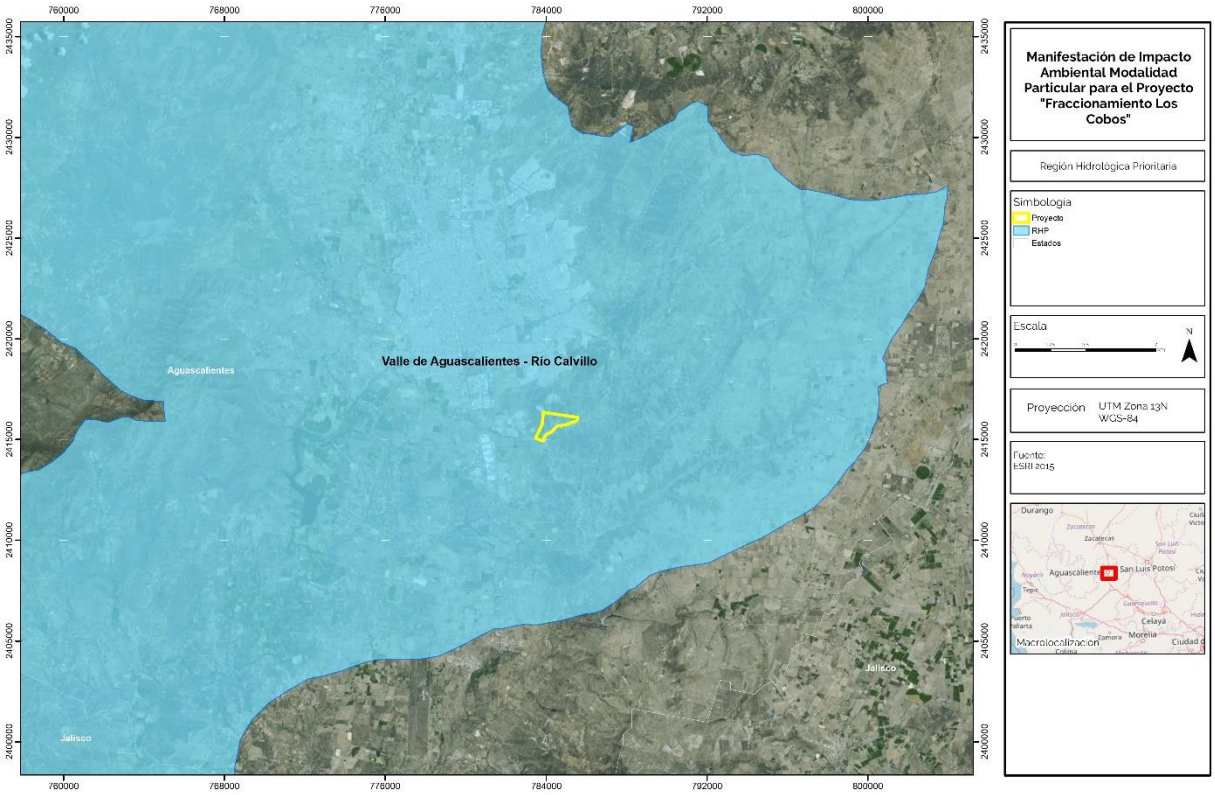


Imagen 3-16 Región Hidrológica Prioritaria a la cual pertenece el Proyecto.

3.5.6 Áreas De Importancia Para La Conservación De Las Aves

Para la identificación y delimitación de tales áreas, fue necesaria la participación de especialistas ornitólogos, que, por medio del Programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves establecido en 1996, han promovido la formación en todo el mundo de una red de sitios importantes para el mantenimiento a largo plazo de poblaciones de aves. Los criterios utilizados se agrupan en cinco categorías que incluyen: 1) Sitios donde se presentan cantidades significativas de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente en sus poblaciones; 2) Lugares que mantienen las poblaciones locales con rangos de distribución restringido; 3) Áreas que mantienen conjuntos de especies restringidas a un bioma o hábitat único o amenazado; 4) Zonas que se caracterizan porque presentan congregaciones grandes de individuos, y 5) Sitios importantes para la investigación ornitológica. El resultado de esta clasificación resultó en 219 áreas de importancia para la conservación de las aves con una cobertura de 309,655 km2, en todo el territorio nacional (CONABIO, 2004).

El AICA más cercana al proyecto se localiza a 39.59 km en línea recta al Noroeste, se trata del AICA-C-40 Sierra Fría que cuenta con una superficie de 57,028.3 hectáreas; se considera el área más rica en especies de aves del Estado de Aguascalientes. La vegetación se compone principalmente por bosque de pino, bosque de táscate y en menor medida bosque de encinos, la zona se rodea de áreas con matorral micrófilo, xerófilo, chaparrales y matorral crassicaule.

La principal justificación que define el AICA es la presencia de poblaciones de águila real (Aquila chrysaetos) en categoría Amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010; halcón peregrino (Falco peregrinus), sujeta a Protección Especial por la NOM-059; halcón mexicano de pradera (Falco mexicanus), en categoría Amenazada; palomas de collar (Patagioenas fasciata) y tecolote moteado (Strix occidentalis), en categoría Amenazada.

De las 276 especies de aves reportadas para la zona, hay 6 endémicas y 6 cuasiendémicas; con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, 6 se encuentran en la categoría Amenazada y 17 Sujetas a Protección Especial.

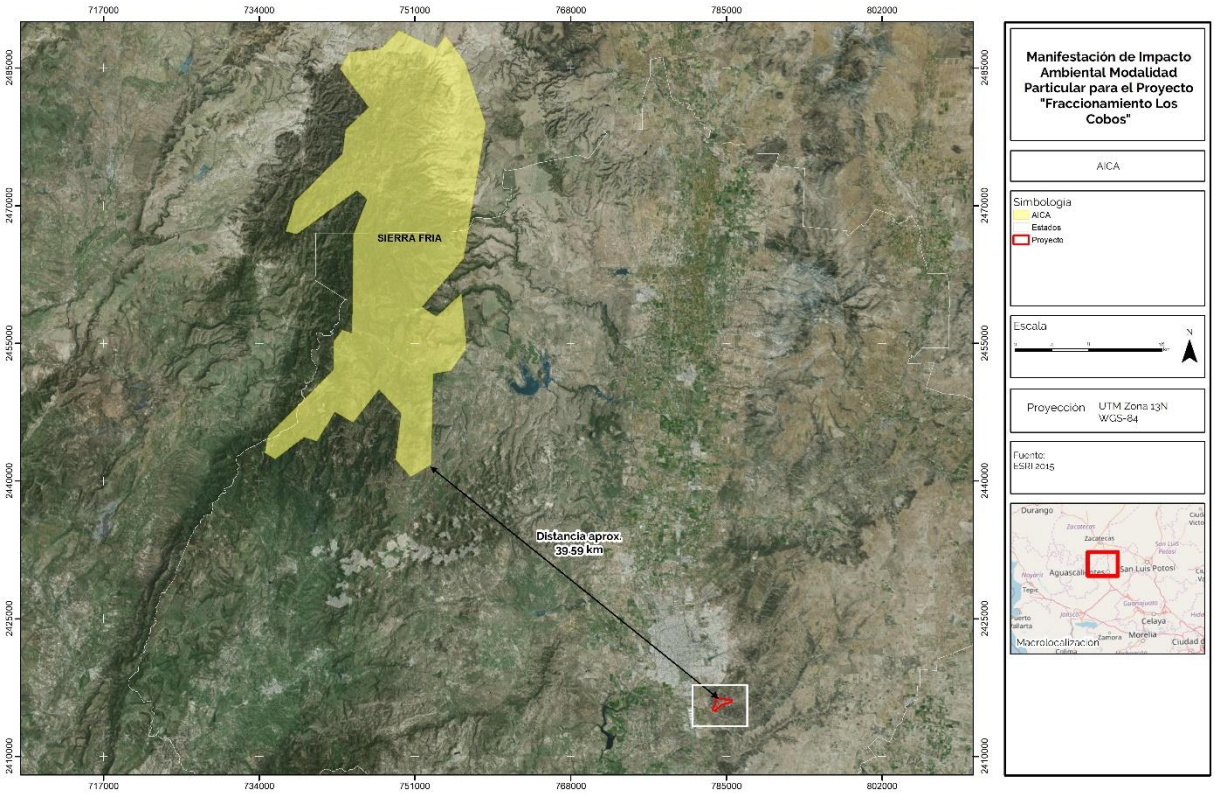


Imagen 3-17 AICA más cercana al Proyecto

3.5.7 Sitios RAMSAR

La convención sobre los humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La integración de un humedal a la Convención, está en función de una serie de criterios mediante los cuales son identificados los sitios. Los criterios se dividen en dos grandes grupos:

Grupo A) Sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos. El Criterio 1 establece que un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de una región biogeográfica apropiada.

Grupo B) Sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica. Este grupo a su vez subdivide los criterios agrupando en primero lugar Criterios basados en especies y comunidades ecológicas. Criterio 2. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas; Criterio 3. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada; Criterio 4. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas. Criterios específicos basados en aves acuáticas. Criterio 5. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular una población de 20,000 o más aves acuáticas; Criterio 6. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuáticas. Criterios específicos con base a peces. Criterio 7. Un humedal deberá ser considerado de importancia si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo; Criterio 8. Un humedal

deberá ser considerado de importancia internacional su es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal. Criterios específicos basados en otros taxones. Criterio 9. Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta habitualmente el 1% de los individuos de la población de una especie o subespecie dependiente de los humedales que sea una especie animal no aviaria (RAMSAR, 1971).

Basados en los criterios que se establecen en la Convención, en México se encuentran inscritos 142 humedales en categoría de Sitio Ramsar, definidos cada uno por los criterios que les competen. ***Aproximadamente 10.5 km al Sur-Suroeste de donde se ubica el proyecto, se localiza el Sitio Ramsar-1972 denominado (El Jagüey) Buenavista de Peñuelas*** en el Municipio de Aguascalientes con una superficie de 34.66 hectáreas designado en el año 2011 el cual se compone de charcas estacionales de agua dulce (Ts) y estanques artificiales (2), separados entre sí por cortas distancias. Éstas se distribuyen a lo largo de una planicie de Pastizal Natural Huizachal inundable (humedal) ocupando un área aproximada de 346,627.458 m2; De acuerdo con la CONABIO los pastizales captan y almacenan agua en acuíferos, lagos y ríos, proporcionan alimentos para los sistemas agrícolas y pecuarios, de los cuales se extraen productos útiles, como fibras, alcoholes, ceras, condimentos, medicinas y madera, capturan bióxido de carbono producido por las actividades humanas, estabilizan el clima a través de la regulación del ciclo hídrico, regulan la humedad y temperatura del aire, mantienen los suelos fértiles y controlan deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales (ECOPAD, 2007).

Así mismo, las charcas que conforman este sitio albergan en por lo menos una etapa de su ciclo de vida una comunidad de ocho especies de anfibios (tres de ellas endémicas de México y una de ellas endémica al centro del país, en los estados de Aguascalientes y Jalisco), además de cinco especies de invertebrados endémicos al humedal. La premisa primordial para la conservación de este Sitio como humedal es que es el único lugar o localidad en la que se ha podido observar la reproducción, así como una población monitoreable de la rana de madriguera (*Pternohyla dentata: Smilisca dentata*); ya que en el resto de localidades históricas de la especie estas

características no han sido observadas debido a drásticos cambios de uso de suelo y fragmentación.

De las ocho especies de esta comunidad de anfibios tres se encuentran en alguna categoría de protección. En la Norma Oficial Mexicana (NOM-SEMARNAT-059-2001) *Rana montezumae (Lithobates montezumae*) se enlista como Sujeta a Protección Especial (Pr), Rana neovolcanica (*Lithobates neovolcanicus*) como Amenazada (A) y *Pternohyla dentata* sinónimo de *Smilisca dentata* como Amenazada (A) y en la Lista Roja de la UICN aparece *Pternohyla dentata (Smilisca dentata)* enlistada como en peligro de extinción (EN). El sitio aloja la única población reproductivamente viable conocida actualmente a nivel mundial de la especie *Smilisca dentata*, cuyo tipo de hábitat, pastizal natural huizachal es restringido (*EncarnaciónLuévano* y Quintero-Díaz, 2007). El pastizal natural huizachal alberga numerosas especies que se han visto amenazadas principalmente debido a las actividades humanas, ya que estas zonas son elegidas para la apertura de la frontera agrícola y pecuaria, construcción de carreteras y urbanización, así pues, se ha observado una reducción del ecosistema del pastizal natural a nivel nacional (ECOPAD 2007). Es debido a esto que las poblaciones de la especie *Smilisca dentata* han sufrido una reducción importante en sus áreas de distribución, así como una drástica disminución en el número de individuos en las poblaciones (Quintero-Díaz et al., 2007; Quintero-Díaz- Vázquez-Díaz, 2009). Por otra parte, favorecerá la protección de diversas especies enlistadas en alguna categoría de riesgo como las culebras *Masticophis flagellum* (“Amenazada) y *Thamnophis eques* (“Amenazada”), las culebras *Heterodon nasicus (Heterodon kennerlyi), Masticophis mentovarius y Pituophus deppei* (Sujetas a Protección Especial), la lagartija *Sceloporus grammicus* (Sujeta a Protección Especial), al igual que la tortuga de arroyo o casquito *Kinosternon integrum* (Sujeta a Protección Especial). Así como a las serpientes de cascabel “Sujeta a Protección Especial”, *Crotalus molossus y Crotalus scutulatus* enlistadas en la NOM. Para el caso de los mamíferos se localizó una pequeña población de la rata canguro *Dipodomys phillipsii*, que se encuentra listado como “Amenazado” en la Norma Oficial Mexicana. Para el caso de las aves dos especies que se encuentran enlistadas como “Amenazada” y una como Sujeta a Protección especial”.

Este humedal presenta en su unidad administrativa (Estado de Aguascalientes) la única localidad en donde se presenta una comunidad de anfibios compuesta por ocho (8) especies que se congregan de manera permanente para llevar a cabo su ciclo de vida (*Lithobates montezume, Lithobates neovolcanica, Smilisca dentata, Anaxyrus compactilis, Hyla arenicolor, Hyla eximia, Hypopachus variolosus y Spea multiplicata*). Si estos depósitos de agua temporales desaparecen, se irá reduciendo la viabilidad reproductiva y por ende la interacción entre el humedal y las especies presentes en el sitio. Además, se presentan varias especies endémicas de invertebrados, únicas en México como los crustáceos de agua dulce conocidos como pulgas de agua, *Karualona penualosi* (Dumont & Silva-Briano, 2000; Elías et al., 2008), *Macrothrix agsensis* (Garfias-Espejo et al., 2007) y *Macrothrix smirnovi*, los rotíferos *Keratella mexicana* (Kutikova & Silva-Briano, 1994) y *Brachionus josefinae* (Silva-Briano & Segers, 1992). Además de un par de especies nuevas para la ciencia, llamadas cacerolitas de agua dulce: *Triops sp.*

La flora presente en el sitio se compone principalmente de *Prosopis laeviegata* (Mezquite, representante único del estrato arbóreo), *Acacia farmesiana y A. shaffnerii* (Huizaches) sustentan a la comunidad de especies que habitan la zona, así como las especies herbáceas como *Bouteloua spp.* las cuales además de ser parte de la biodiversidad y desarrollo de la comunidad de especies del lugar, funcionan como alimento principal del ganado que los pobladores mantienen dentro de esa área.

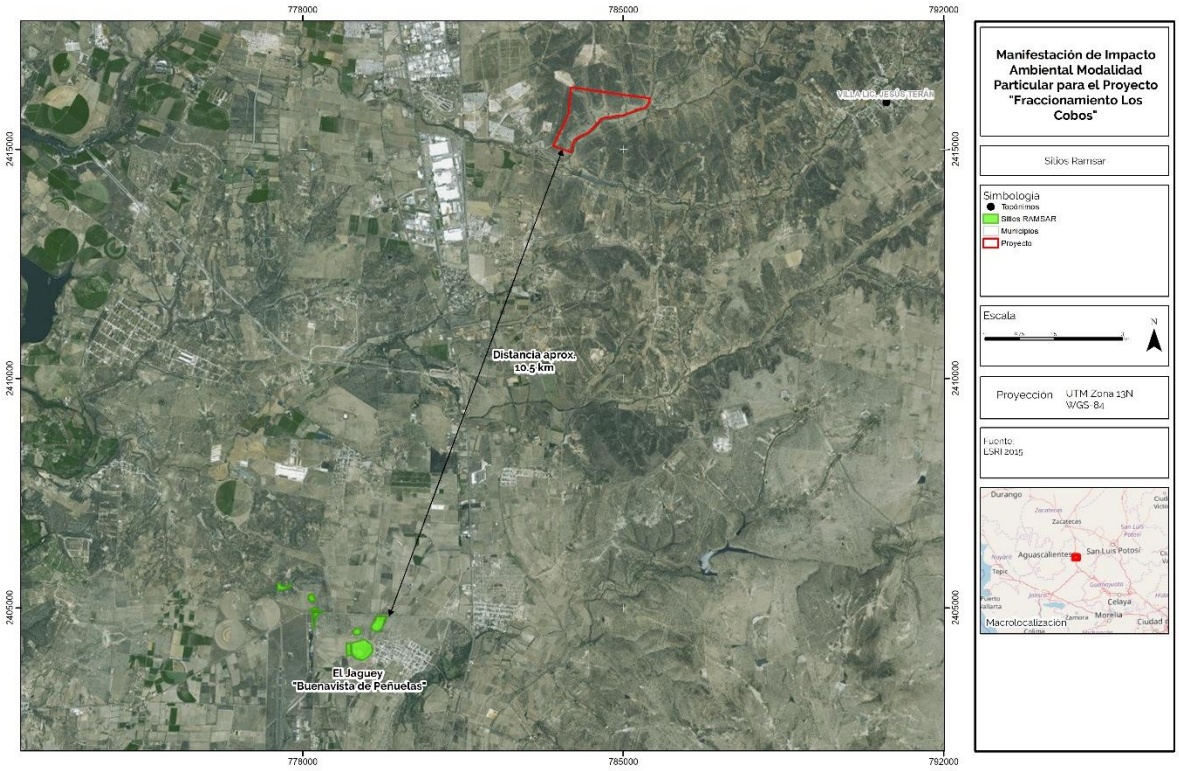


Imagen 3-18 Sitios RAMSAR más cercanos al Proyecto

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPÍTULO IV

"Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;"

AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

Contenido

4 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región 4-123
4.1 Delimitación del Sistema Ambiental 4-126
4.1.1 Eliminación de sumideros 4-126
4.1.2 Dirección de flujo 4-128
4.1.3 Acumulación de flujos 4-129
4.1.4 Delimitación final 4-130
4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental 4-131
4.2.1 Aspectos abióticos 4-131
4.2.1.1.1 Clima 4-131
4.2.1.1.2 Precipitación 4-132
4.2.1.1.3 Temperatura 4-133
4.2.1.1.4 Geología 4-134
4.2.1.1.5 Edafología 4-136
4.2.1.1.6 Fisiografía 4-140
4.2.1.1.7 Hidrología superficial 4-143
4.3 Vegetación 4-148
4.3.1 Muestreo de flora en SA y predio Los Cobos 4-152
4.3.1.1.1 Sistema Ambiental 4-153
4.3.1.1.1.1 Estrato arbóreo 4-153
4.3.1.1.1.2 Estrato arbustivo 4-154
4.3.1.1.1.3 Estrato herbáceo 4-156
4.3.1.1.1.4 Cactáceas 4-158
4.3.2 Índices de diversidad ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4.3.2.1.1.1 Estrato arbóreo 4-159
4.3.2.1.1.2 Estrato arbustivo 4-160
4.3.2.1.1.3 Estrato herbáceo 4-162
4.3.2.1.1.4 Estrato de Cactáceas 4-164
4.3.3 Predio donde se pretende la construcción del proyecto 4-165
4.3.3.1.1.1 Estrato arbustivo 4-166
4.3.3.1.1.2 Estrato herbáceo 4-168
4.3.3.1.1.3 Cactáceas 4-169

4.3.4 Índices de biodiversidad en sitios de mestreo 4-170
4.3.4.1.1 Estrato arbóreo 4-170
4.3.4.1.2 Estrato arbustivo 4-171
4.3.4.1.3 Estrato herbáceo 4-173
4.3.4.1.4 Cactáceas 4-174
4.4 Fauna 4-176
4.4.1 Anfibios 4-177
4.4.2 Reptiles 4-178
4.4.3 Aves 4-180
4.4.4 Mamíferos 4-181
4.4.5 Muestreo de Fauna 4-182
4.4.5.1.1 Sistema Ambiental 4-182
4.4.5.1.1.1 Herpetofauna 4-182
4.4.5.1.1.2 Ornitofauna 4-184
4.4.5.1.1.3 Mastofauna 4-186
4.4.6 Predio donde se pretende realizar el proyecto 4-189
4.4.6.1.1 Herpetofauna 4-189
4.4.6.1.2 Ornitofauna 4-191
4.4.6.1.3 Mastofauna 4-193
4.5 Erosión 4-138
4.6 Infiltración ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4.7 Justificación social ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4.7.1 Demografía 4-198
4.7.1.1.1 Población 4-198
4.7.1.1.2 Educación 4-199
4.7.1.1.3 Vivienda 4-200
4.7.1.1.4 Ocupación y empleo 4-202

4 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

Para la determinación del Sistema Ambiental existen diversos criterios y metodologías aplicadas tales como:

1. Por ecosistemas homogéneos.
2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental en caso de que existan programas Estatales, Regionales y/o territoriales de ordenamiento ecológico.
3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

La delimitación tiene por objeto definir un espacio finito que sea concordante con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del Sistema Ambiental (SA) y las tendencias de deterioro en el Área de Influencia (AI), incluyendo el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos culturales, económicos y sociales bajo la visión que son estos los rectores de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio.

La delimitación tanto del SA como del AI, permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian.

En este contexto teórico, los criterios utilizados para la delimitación del SA y AI del presente proyecto, toman en cuenta la naturaleza del proyecto y su dimensión, el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas, así como la magnitud de los impactos que puedan derivarse por la ejecución del proyecto.

Derivado de lo anterior, el **SA** corresponde al área empleada para describir los **elementos ambientales que influyen en los procesos naturales de la zona en la que se inscribe el proyecto** en estudio. La integración de estos elementos conforma el marco ambiental en el que se desarrollará dicho cambio. Por tal motivo, el SA deberá abarcar el **área en el que se espera se presenten las afectaciones más relevantes que se deriven de la ejecución del proyecto**, y a la cual denominamos **Área de Influencia (AI),** e incluirá la **zona donde se ejecutarán las acciones del proyecto** y a la que llamamos **Área del Proyecto**.

La cuenca es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos, entre otras cosas, porque en ella los sistemas físicos y bióticos y el sistema socioeconómico son interdependientes y se encuentran interrelacionados (Dourojeanni et al., 2002, citado por Cuevas, ML, *et al*., 2010)[1]. Las cuencas y subcuencas hidrológicas forman parte de las estrategias sustentables enfocadas al manejo de los recursos naturales. De acuerdo con este mismo autor los criterios de regionalización de las cuencas hidrográficas, tienen el propósito de:

1) contar con un número manejable de unidades hidrográficas, que permitiera una mejor representación cartográfica de los fenómenos biofísicos analizados en un área determinada, y

2) contar con unidades hidrográficas con una dimensión que permitiera extrapolar los datos del área en estudio; esto con la finalidad de dar a la cuenca sentido de unidad regional y fortalecer esta figura como la unidad óptima de planeación y gestión de los recursos naturales.

La cuenca, por lo tanto, es una unidad natural que sirve de base como territorio para articular procesos de gestión que tienden al desarrollo sustentable, considerando al recurso hídrico como esencial y como eje articulador para coordinar las acciones de crecimiento económico y equidad.

[1] Cuevas María L., Garrido Arturo y Sotelo Esthela I. 2010. Regionalización de las cuencas hidrográficas de México en: Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. SEMARNAT. INE. Pluralia Ediciones e Impresiones S.A. de C.V.

El margen de acción lo forman los límites naturales de las cuencas hidrográficas (parteaguas) o de alguna subunidad de las mismas como son la subcuenca y la microcuenca.

Por la integración del sistema hidrológico con los factores ambientales (clima, litología, edafología y vegetación), y por la influencia en procesos como la erosión y la depositación de sedimentos, las cuencas y subcuencas permiten establecer límites con una base en factores ambientales, por lo que permiten avanzar en la delimitación del sistema ambiental.

La delimitación de subcuencas y microcuencas es realizada a partir de los parteaguas, que son los puntos más altos que determinan la dirección de los escurrimientos, con lo que se tienen unidades homogéneas que comparten el mismo sistema hidrológico. De acuerdo con Casillas-González (2009)[2], las principales ventajas de trabajar en microcuencas son:

- Aumenta la posibilidad de obtener resultados positivos y de mayor impacto con las acciones dirigidas al desarrollo integral de la población que las habita.
- Facilita la visión de los habitantes de manera individual y como colectividad, para las interacciones existentes entre la producción y los recursos utilizados para lograr la misma.
- Permite realizar un manejo integral y facilitar la interacción entre diferentes componentes e instituciones que prestan servicios o tienen injerencia en los trabajos que se realizan en las microcuencas.
- Facilita y permite optimizar el uso de los recursos financieros, humanos, tecnológicos y materiales en el trabajo de asistencia técnica, investigación, fomento y desarrollo.
- Constituye un ámbito de planeación y ejecución de acciones complementarias y sinérgico con la unidad de producción y la comunidad; en ninguna situación ellos son excluyentes.

A partir del enfoque territorial y de las ventajas que ofrece la delimitación de cuencas hidrográficas se concluye que las microcuencas son las unidades funcionales que reflejan el espacio de atención integral, en el que se presentan los procesos naturales que permiten el

[2] Casillas-Gonzáles, Juan A. 2009. El Programa Nacional de Microcuencas: Una Estrategia de Desarrollo Integral. Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.

funcionamiento de la zona de pretendida ubicación del proyecto y en las que se contendrían las afectaciones derivadas de las obras y acciones necesarias para su ejecución.

4.1 Delimitación del Sistema Ambiental

Para delimitar el Sistema Ambiental se realizó un hidroproceso empleando el Continuo de Elevaciones Mexicano CEM 3.0 publicado por el INEGI. Es un archivo tipo ráster que contiene valores X, Y, Z donde la Z pertenece a la elevación del terreno.

Tabla 4-1 Características del Continuo de Elevaciones Mexicano

Características	Descripción
Año de publicación	2013
Resolución espacial	15 m x 15 m
Valores de Z	Enteros positivos y negativos
Referencia geodésica	Datum ITRF92 época 1988, elipsoide GRS80, coordenadas geográficas
Error medio cuadrático	4.9 m
Formato de distribución	BIL (Banda entrelazada por línea). Forma ráster (descarga total del territorio y por entidad Formato TIFF (Tagged Image File Format)
Software empleado para su elaboración	ArcGis 10.1

4.1.1 Eliminación de sumideros

El primer paso consta de optimizar el DEM eliminando los sumideros, que son celdas interconectadas a las cuales no se les puede asignar una dirección de flujo, ya que existen elevaciones o depresiones exageradas consideradas generalmente como ruido. El proceso de "eliminación de sumideros" suprimirá aquellos pixeles de un ráster que consistan en depresiones de un solo pixel.

Básicamente, la operación consiste en:

1. Remoción de pixeles que consisten en un solo pixel: Cuando se encuentra un píxel con un valor dispar de elevación al de los 8 pixeles circundantes, se edita el valor de dicho pixel para que corresponda al valor mínimo o máximo de los circundantes

58	52	55	53	56	58
55	40	42	45	51	55
48	33	35	33	48	52
33	23	15	27	25	38
17	17	17	22	17	12
12	10	15	18	16	14

Se encuentra un píxel con una depresión marcado en color rojo.

58	52	55	53	56	58
55	40	42	45	51	55
48	33	35	33	48	52
33	23	17	27	25	38
17	17	17	22	17	12
12	10	15	18	16	14

Como resultado de la operación se le asigna el menor valor de los pixeles circundantes, en este caso 17.

Imagen 4-1 Ejemplo de eliminación de sumideros

Existen valores que no serán editados como lo son: los pixeles al borde de un mapa, pixeles con valores no definidos o pixeles adyacentes a valores no definidos.

Una vez eliminados los sumideros, se procede con el hidroprocesamiento para el cálculo del patrón hidrológico superficial.

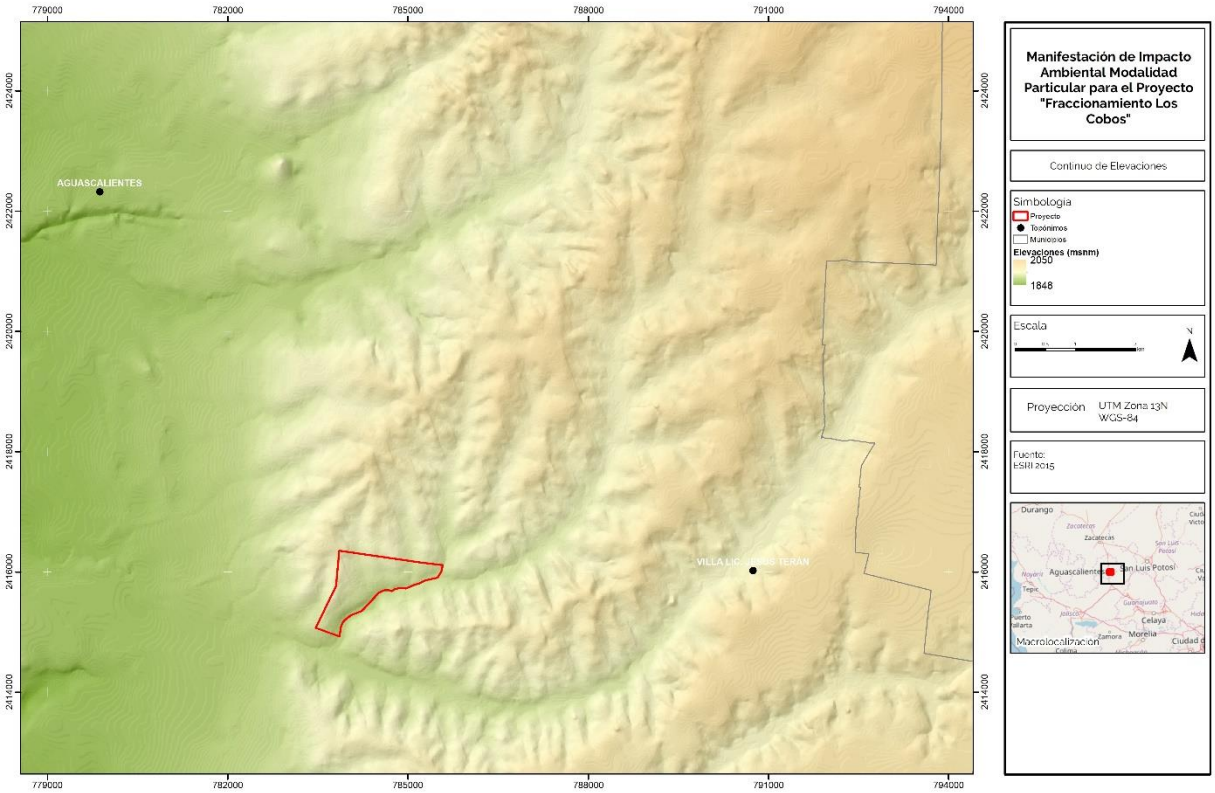
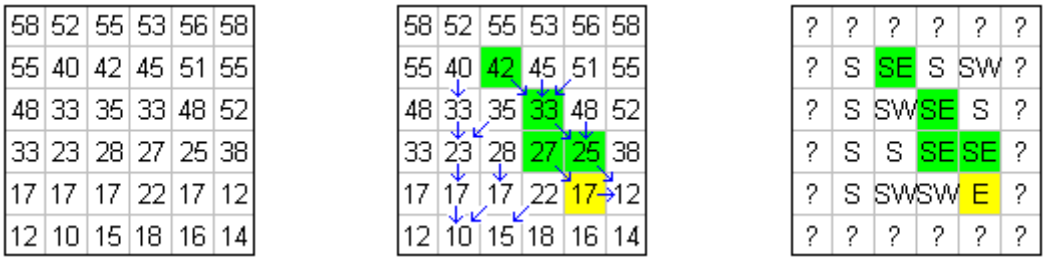


Imagen 4-2 Modelo digital de elevaciones empelado para el proyecto

4.1.2 Dirección de flujo

En este paso se determina la dirección hacia donde fluiría un líquido sobre una superficie, este modelo se basa en la orientación de la pendiente asignándole un valor dependiendo su orientación: N, NOE, E, SE, S, SO, O, NO.

La dirección de flujos se calcula para cada pixel central en bloques de 3 x 3, comparando el valor del pixel central con el de sus 8 pixeles aledaños. Una vez determinado el pixel con menor altitud, se determinará hacia donde fluiría naturalmente el líquido como se muestra a continuación:



MDT procesado con "Eliminación de Sumideros"

Determinación de vectores de dirección de flujos

Resultado de la operación

Imagen 4-3 Calculo de dirección de flujos

La metodología consiste en calcular la diferencia en elevación entre un pixel central y sus 8 pixeles aledaños. Una vez determinada la diferencia de altitudes se determina un vector que parte del pixel central hacía el pixel de menor altitud. La dirección del vector representa el resultado de la operación.

MDT Procesado con "Eliminación de Sumideros"

Diferencia de elevaciones con el pixel central

Determinación del vector hacía el pixel con la elevación menor

Resultado

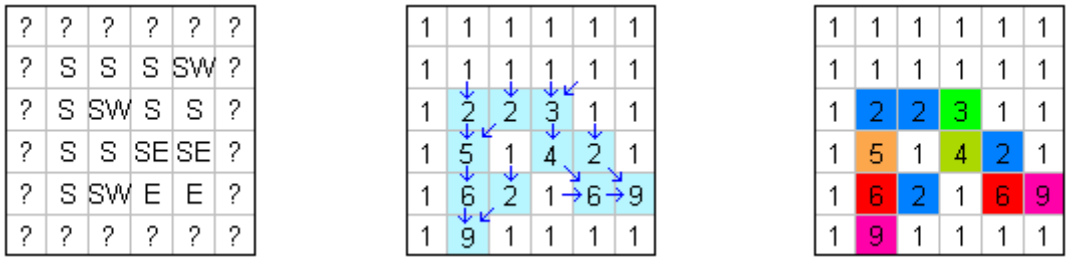
Imagen 4-4 Dirección del vector

4.1.3 Acumulación de flujos

El proceso de acumulación de flujos, permite determinar el peso de todas las celdas que fluyen hacia un pixel de pendiente descendente, es decir, cada pixel del resultado representa una acumulación de pixeles que fluyen directamente a él.

El proceso de acumulación de flujos arroja como resultado el patrón hidrológico superficial teórico de una región, sin embargo, es necesario depurar los datos.

A continuación, se muestra el proceso de acumulación de flujos partiendo de la operación "Dirección de Flujos":



Resultado del proceso de "Dirección de Flujos"

Cálculo de contribución de pixeles

Resultado del mapa de acumulación de flujos

Imagen 4-5 Ejemplo cálculo de acumulación de flujos

Para el cálculo de la contribución de píxeles se emplea una función recursiva de números naturales de forma que primero determina y suma los valores de los pixeles circundantes, para repetirse (recursivamente) aumentando el valor propio del pixel central y así sucesivamente hasta llegar a un pixel que no tiene valores vecinos.

Finalmente, para determinar el patrón hidrológico superficial final, se empleó una función lógica condicional que establece un valor mínimo de pixeles que deben de fluir en una escorrentía para considerarse como tal. Lo anterior se fundamenta en que la función de acumulación de flujos considera el total de los pixeles de la escena, mientras que las escorrentías están conformadas por corrientes tributarias infinitas, por lo que es necesario establecer un punto de corte que permita mapear las cuencas de acuerdo a un factor de escala representativo para los mapas de acuerdo a la teoría de fractales y escalas de mapeo.

Una vez acotado el patrón hidrológico superficial, se procedió con la clasificación de las escorrentías de acuerdo al método de Strahler (1952), el cual consiste en:

> *La clasificación de un arroyo sólo aumenta cuando los arroyos del mismo orden intersecan. Por lo tanto, la intersección de un vínculo de primer orden y de segundo orden mantendrá un vínculo de segundo orden, en lugar de crear un vínculo de tercer orden.*

4.1.4 Delimitación final

De acuerdo con la configuración del territorio, y al resultado obtenido a partir de la modelación hidrológica se procedió a delimitar el Sistema Ambiental:

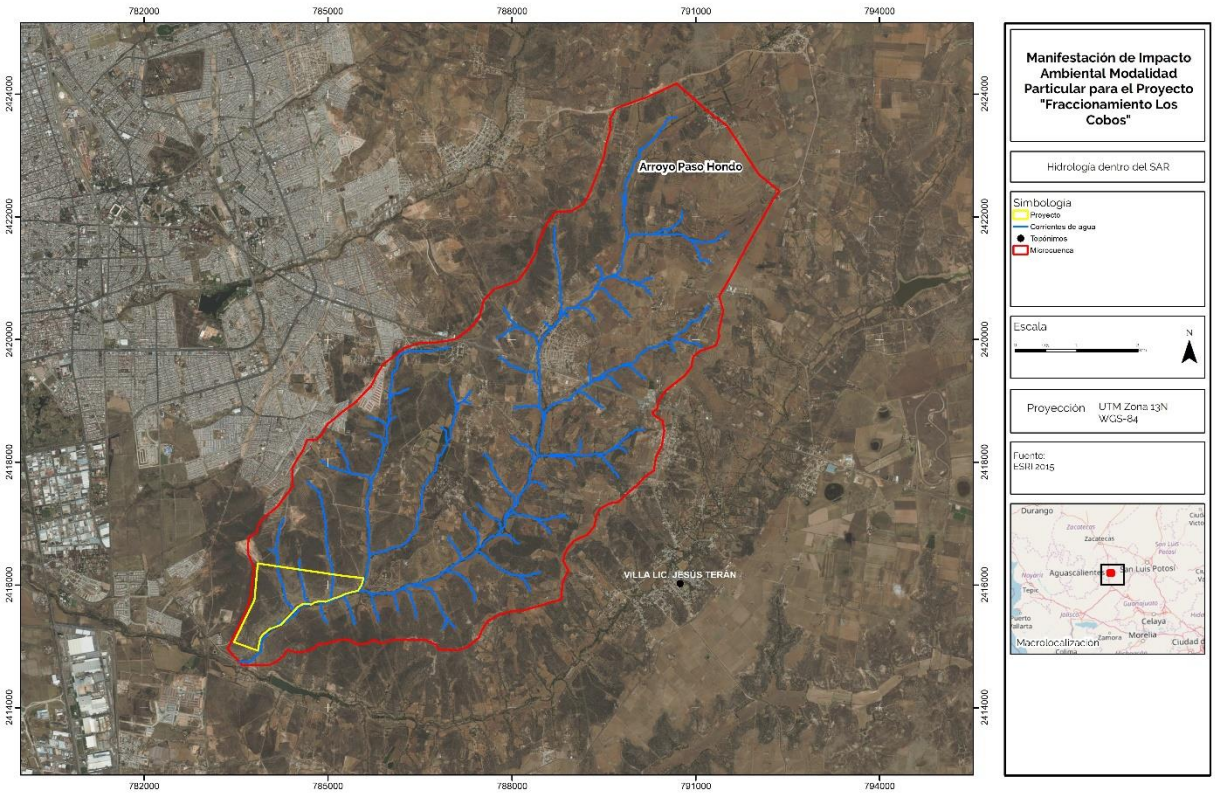


Imagen 4-6 Sistema Ambiental para el proyecto, mismo que se ve representado por la microcuenca.

4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

4.2.1.1 Clima

Debido a la situación de la República Mexica con respecto a la zona subtropical de alta presión, y a la orientación general de sus principales sierras, existen, principalmente en su la mitad septentrional del territorio amplias regiones con climas áridos de tipo BW o BS. Los climas BW se localizan en la parte norte de la Altiplanicie Mexicana a altitudes menores de 1500 m, así como en la porción de la Llanura Costera del Pacífico situada al Norte del paralelo 25° N y en las zonas litorales de la Península de Baja California, si se exceptúa el extremo noroeste de la misma en donde el clima es BS.

Los climas BS, por su parte se encuentran bordeando a los BW en la parte Norte de la Altiplanicie, así como en los declives de la Sierra Madre Occidental que se elevan de la Llanura Costera del Pacífico al Norte del paralelo 23° N, y en la porción central y noroeste de la Península de Baja California. Se extienden, además en las zonas interiores del Centro y Sur del País que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte Sur de la Altiplanicie, en regiones de la parte más baja de la Cuenca del Balsas y en las cuencas altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Papaloapan y Tehuantepec.

En ese sentido, el Estado de Aguascalientes se localiza en la Mesa del Centro donde predominan los climas de tipo B con sus diferentes variaciones en función de la cantidad de lluvia y de la temporalidad de las temperaturas; dentro del SA existe un solo tipo de clima, que corresponde a un clima Semiárido, clasificado como BS1kw(w), el menos seco de los climas BS, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, las máximas se presentan en verano considerado cálido, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, la temperatura del mes más caliente mayor a 18°C. Régimen de lluvias en verano y el porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2%.

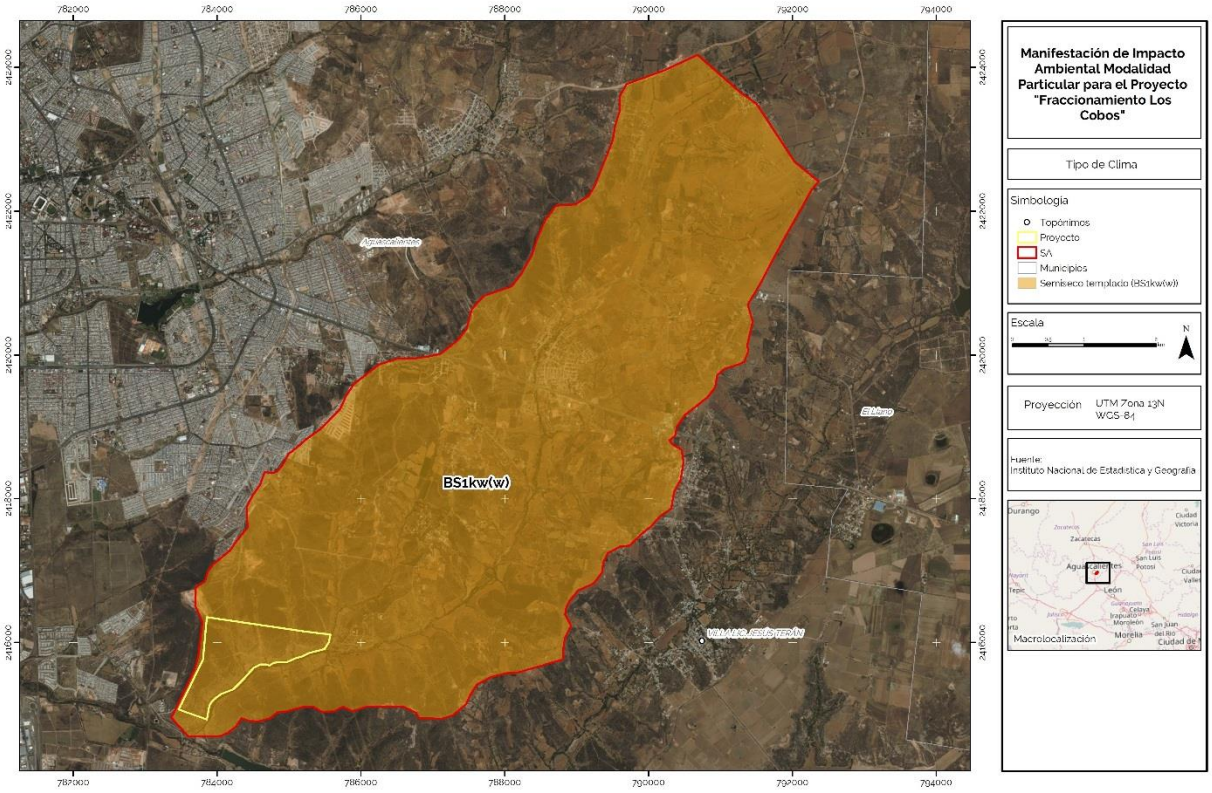


Imagen 4-7 Unidades Climáticas definidas para el SA.

4.2.1.2 Precipitación

La precipitación es un factor determinante para el ecosistema de la zona que define condiciones particulares en el clima local, para tener un panorama dentro del SA, se tomó información contenida en las Normales Climatológicas de la CONAGUA acerca de la precipitación que registran las tres estaciones meteorológicas más cercanas al SA. Los datos que se tomaron para establecer la precipitación promedio en el área del SA son los que abarcan el periodo 1951-2010, donde se confirmó la temporalidad de su régimen de lluvias en verano, con los valores máximos en los meses de julio y agosto.

Con la información obtenida, se estimó la precipitación media para la superficie del SA de 534.33 mm de agua al año (*http://smn.conagua.gob.mx*); tal precipitación determina a su vez el tipo de vegetación que se distribuye en la región, en conjunto con otros factores como la temperatura, el tipo de suelo y el fotoperiodo.

Tabla 4-2 Datos de precipitación registrada en las Normales Climatológicas CONAGUA

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1097 Aguascalientes	10.1	16.9	4.3	10.6	19.1	99	120.8	116.1	92	30	7.5	3.7	530.1
1062 Arellano	17.4	11.5	2.5	7.3	28.3	85.8	141.3	126.5	77.2	33.4	7.2	12.3	550.7
1096 Calvillo	16.2	9.4	2.8	7.2	19.6	89.4	118.6	116.4	90.5	36.5	6.8	8.8	522.2

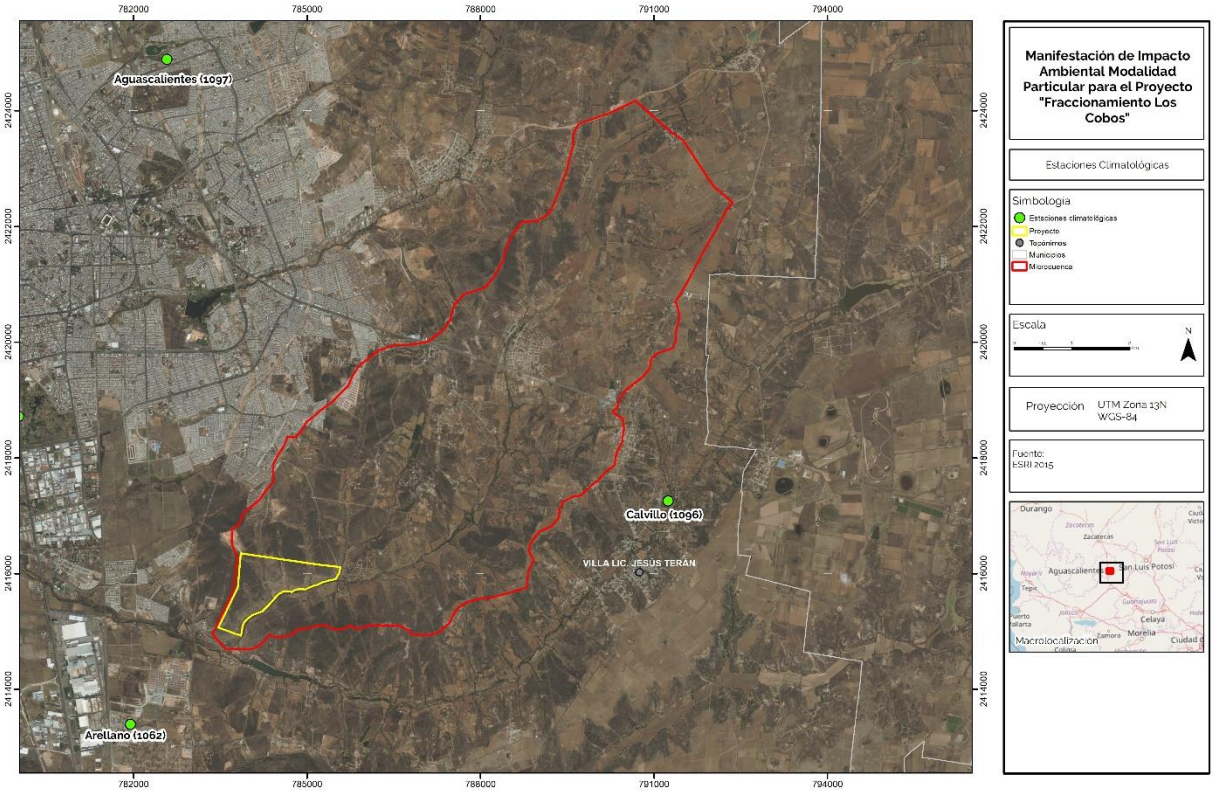


Imagen 4-8 Estaciones climatológicas más cercanas al SA

4.2.1.3 Temperatura

La temperatura es un factor que determina las diferentes variaciones de un clima tipo B; en función de las temperaturas medias anuales y de las temperaturas de los meses más fríos y más cálidos, es como se define para considerarse dentro de la escala de frío a cálido. En el caso de la temperatura del SA se analizó la información de las normales climatológicas de las estaciones 1097 Aguascalientes II, 1062 Arellano y 1096 Calvillito; a partir de las medias de temperaturas máximas, medias y mínimas registradas por cada una de las estaciones meteorológicas previamente mencionadas, donde se observa que las temperaturas medias se encuentran alrededor de 16 a 17 °C, típicas de un clima BS (templado), la temporalidad se observa bien marcada con las máximas

durante los meses de mayo y junio, con valores de hasta 30° en casos extremos y las mínimas en diciembre y enero, con temperaturas que descienden hasta 1°C.

Tabla 4-3 Temperatura mínima, media y máxima registrada en las estaciones 1097, 1062 y 1096

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1097 Aguascalientes													
Max	21.4	22.8	24.4	27.5	29.7	29.6	27.4	27.6	25.1	23.7	21.5	20.6	25.1
Media	11.5	13.1	15.1	18	20.8	22.1	20.6	20.5	17.7	15.9	13	11.5	16.7
Min	1.6	3.4	5.9	8.6	11.8	14.6	13.7	13.4	10.4	8.1	4.5	2.4	8.2
1062 Arellano													
Max	22.2	24.5	27.2	29.5	30.8	29.6	27.1	27.1	26.3	26	24.3	22.6	26.4
Media	12.5	14.3	16.9	19.5	21.3	21.4	20	19.9	18.8	17.4	14.6	13	17.5
Min	2.8	4.1	6.5	9.6	11.8	13.2	12.8	12.6	11.3	8.7	4.8	3.4	8.5
1096 Calvillo													
Max	22.1	23.5	26.4	28.7	30.5	28.8	26.8	26.8	25.9	25	23.9	22.6	25.9
Media	12	13	15.7	18.1	20.3	20.7	19.7	19.6	18.8	16.5	13.8	12.3	16.7
Min	1.9	2.6	4.9	7.5	10.2	12.7	12.6	12.3	11.7	7.9	3.6	1.9	7.5

4.2.1.4 Geología

El Estado de Aguascalientes está comprendido dentro de las grandes provincias geológicas, Sierra Madre Occidental, Mesa Central y Eje Neovolcánico. Tiene una edad geológica que contempla del Triásico al Cuaternario; presenta afloramientos de rocas ígneas extrusivas, ácidas con mayor predominio en la zona, rocas ígneas intrusivas, rocas sedimentarias de origen continental y marino, rocas metamórficas así como depósitos aluviales.

Sierra Madre Occidental. Esta provincia se encuentra en la porción occidental del Estado, se localizan pequeños afloramientos de rocas metamórficas (esquistos) del Triásico, que corresponden a las rocas más antiguas de la entidad. Se encuentran ampliamente distribuidas rocas ígneas extrusivas del Terciario, predominando las de composición ácida (riolitas, tobas, ignimbritas), algunos derrames de rocas ígneas extrusivas de composición básica; los depósitos sedimentarios presentes de tipo continental son constituidos por areniscas, conglomerados y asociación de ellos. Los depósitos lacustres del Cuaternario se encuentran cubriendo algunos

valles de la entidad. Las principales estructuras geológicas que se presentan en esta zona son fallas de tipo normal, fracturas y coladas de lava.

Mesa del Centro. Esta cubre la porción oriental de la entidad, presenta rocas sedimentarias de origen marino del Cretácico, constituidas por: caliza, caliza-lutita y lutita-arenisca. Del Terciario afloran algunos cuerpos de mínima superficie de rocas ígneas intrusivas ácidas, los cuales han mineralizado rocas del Cretácico. Del Terciario existen también rocas ígneas extrusivas ácidas que subyacen depósitos clásticos continentales (arenisca, conglomerado y arenisca-conglomerática). Son abundantes los depósitos aluviales del Cuaternario cubriendo los valles existentes. Las estructuras geológicas de importancia son: dos pequeños cuerpos intrusivos mineralizantes, una falla regional, algunas coladas de la lava y pequeñas fracturas.

Dentro de esta provincia se localiza el distrito minero de Asientos-Tepezalá, representado por varias minas, de las cuales se extraen: plata, cobre, plomo, zinc, oro y fierro; además existen explotaciones de fosforita y fluorita a baja escala.

Eje Neovolcánico. Esta abarca la porción sur del Estado, afloran rocas sedimentarias marinas del Cretácico (caliza-lutita), cubiertas por depósitos continentales del Terciario (areniscas y areniscas-conglomerados), provenientes de la disgregación de rocas volcánicas pertenecientes a la Sierra Madre Occidental, así como de algunos afloramientos de rocas extrusivas ácidas. Las estructuras geológicas presentes son coladas de lava y pequeñas fracturas.

De manera particular en el SA las unidades son del cenozoico, con un rango desde el cuaternario al neógeno; está ocupado por rocas del tipo Arenisca – Conglomerado del Neógeno (Ts: ar-cg), las cuales son arenas y gravas intercaladas; las arenas presentan una granulación de mediana a gruesa y su grado de redondez varía de subanguloso a subredondeado y están constituidas por cuarzos y feldespatos.

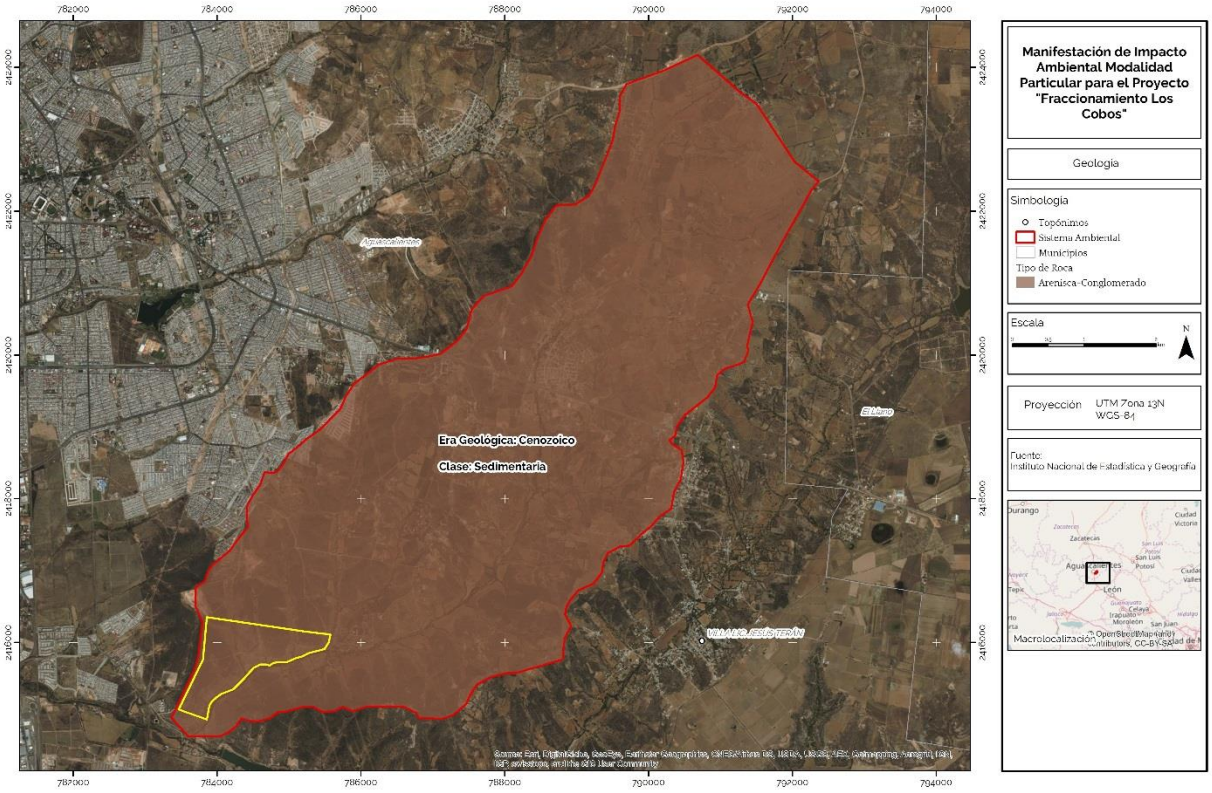


Imagen 4-9 Unidades Geológicas encontradas en el SA

4.2.1.5 Edafología

En el Estado de Aguascalientes existen 13 de los 25 tipos de suelos reconocidos por la FAO a nivel mundial, por la extensión que cubren los más importantes son: Faeozem, Litosoles, Planosoles y Xerosoles y que en conjunto abarcan casi 80% de la superficie estatal. Dentro de la microcuenca objeto de estudio, se encuentran dos tipos, los cuales son: Xerosol háplico y Planosol eútrico, cuyas características se muestran a continuación:

Xerosol: del griego *xeros*: seco. Literalmente, suelo seco. Se localiza en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal y son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país. Tienen por lo general una capa superficial de color claro, debido al bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre el

caliche o tepetate a escasa profundidad. Su símbolo es X; en el Estado de Aguascalientes ocupan la porción central y colindan con los suelos fluviales y fértiles de las riberas del Río San Pedro; son más frecuentes en los municipios de Asientos, Tepezalá, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga y Cosío. Su rendimiento agrícola está en función del agua para riego; por lo general son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o cuando están directamente sobre caliche y tepetate a escasa profundidad.

Planosol: del latín *planus*: plano, llano. Connotativo de suelos generalmente desarrollados en relieves planos que en alguna parte del año se inundan en su superficie. Son medianamente profundos en su mayoría, entre 50 y 100 cm, y se encuentran principalmente en los climas templados y semiáridos del país. Su vegetación natural es de pastizal o matorral. Se caracteriza por tener una capa endurecida con sílice o arcilla bien compactada que induce el lavado lateral del agua, provocando la erosión interna del suelo hacia partes más bajas del terreno, la cual se manifiesta por ser una capa infértil y relativamente delgada de un material claro que generalmente es menos arcilloso que las capas tanto que lo cubren como las capas que la subyacen. Debajo de esta capa se presenta subsuelo muy arcilloso, o bien, roca o tepetate, todos impermeables. Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo en capas superficiales. El símbolo para su representación cartográfica es W; constituyen el tercer tipo de suelo más importante en Aguascalientes con 110 mil ha (19.5% de su territorio) y se localizan, con más frecuencia, en las regiones semiáridas de Aguascalientes y Palo Alto. Pueden ser productivos bajo métodos de fertilización y sistemas de drenaje adecuados.

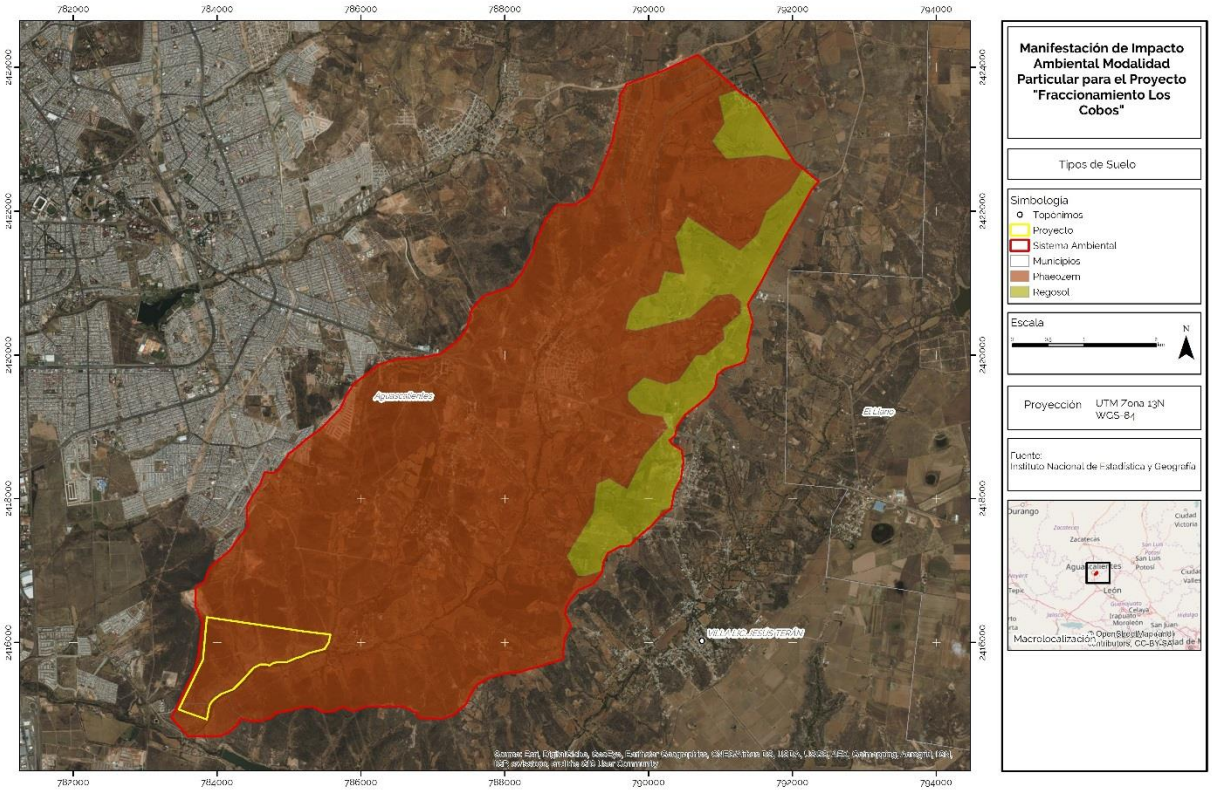


Imagen 4-10 Tipos de suelo encontrados en el SA

4.2.1.6 Erosión

Como consecuencia del aumento de las actividades productivas, diversos recursos se han visto afectados, entre ellos, el suelo se ha visto perjudicado disminuyendo su capacidad productiva, condición derivada de la exposición del suelo a los agentes erosivos. La erosión puede definirse como un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas de suelo, o bien, como un proceso de movimientos de las partículas del suelo de un sitio a otro por medio de la acción de diferentes factores, principalmente del agua y el viento; la pérdida de cobertura vegetal en un suelo aumenta la rapidez con que un suelo se erosiona, otras actividades favorecen a la pérdida de suelo por erosión entre las más importantes se encuentran las actividades agrícolas.

Para obtener la erosión del Sistema Ambiental se empleó la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE:

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

Donde:

E = Erosión (en toneladas por hectárea por año)

R = Erosividad de la lluvia

K = Erosionabilidad del suelo

LS = Longitud y grado de la pendiente

C = Cobertura de la vegetación

Esta ecuación estima la pérdida de suelo anual, como valor promedio de un periodo representativo de años, que se producen en una parcela o superficie de terreno por la erosión superficial, laminar y en regueros, ante determinadas condiciones de clima, suelo, relieve, vegetación y usos del suelo. La metodología se detalla en el Capítulo 8 del presente documento.

Se estima que la erosión hídrica en el Sistema Ambiental es de 36780.90 toneladas anuales, en la siguiente figura se muestra su distribución espacial.

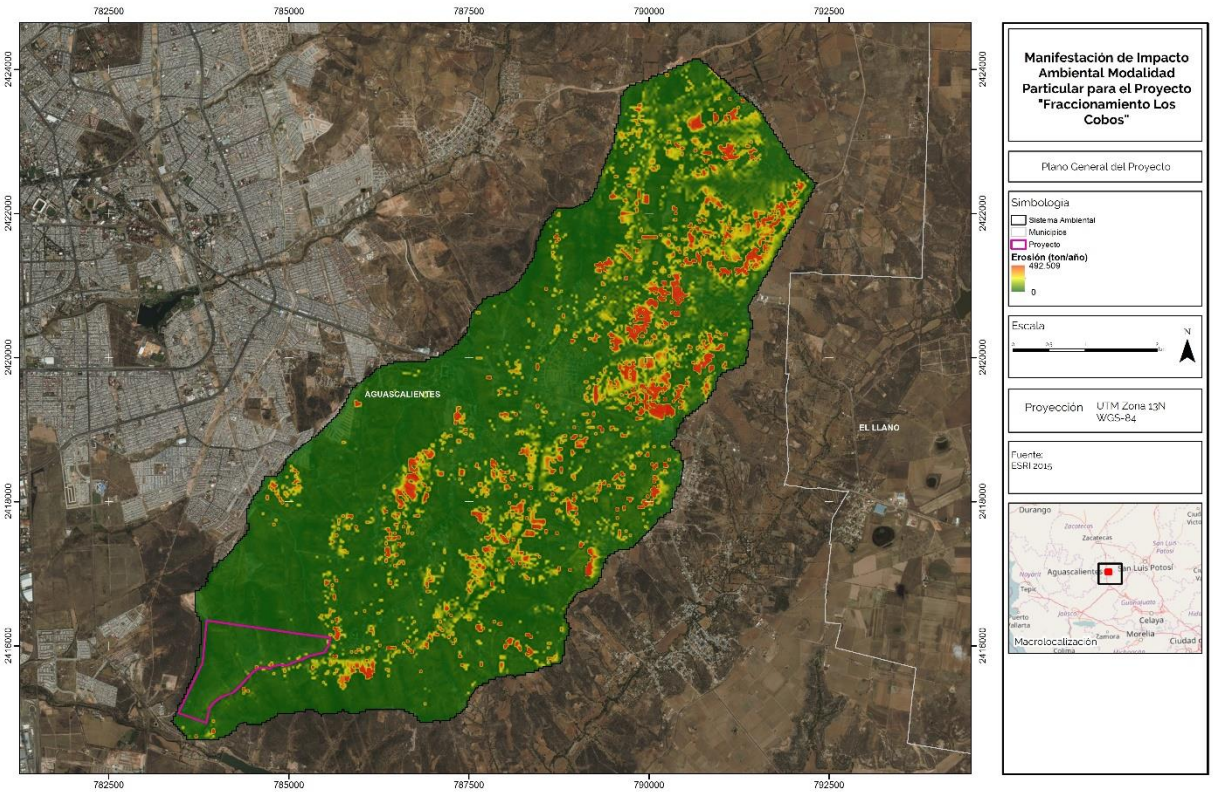


Imagen 4-11 Erosión Hídrica en el SA

A nivel proyecto, por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, se estimó que con las condiciones del terreno, la cobertura vegetal existente y el régimen de lluvias, dentro del AP, anualmente se pierden 732.62 toneladas de suelo. La metodología se detalla en el Capítulo 5 del presente documento.

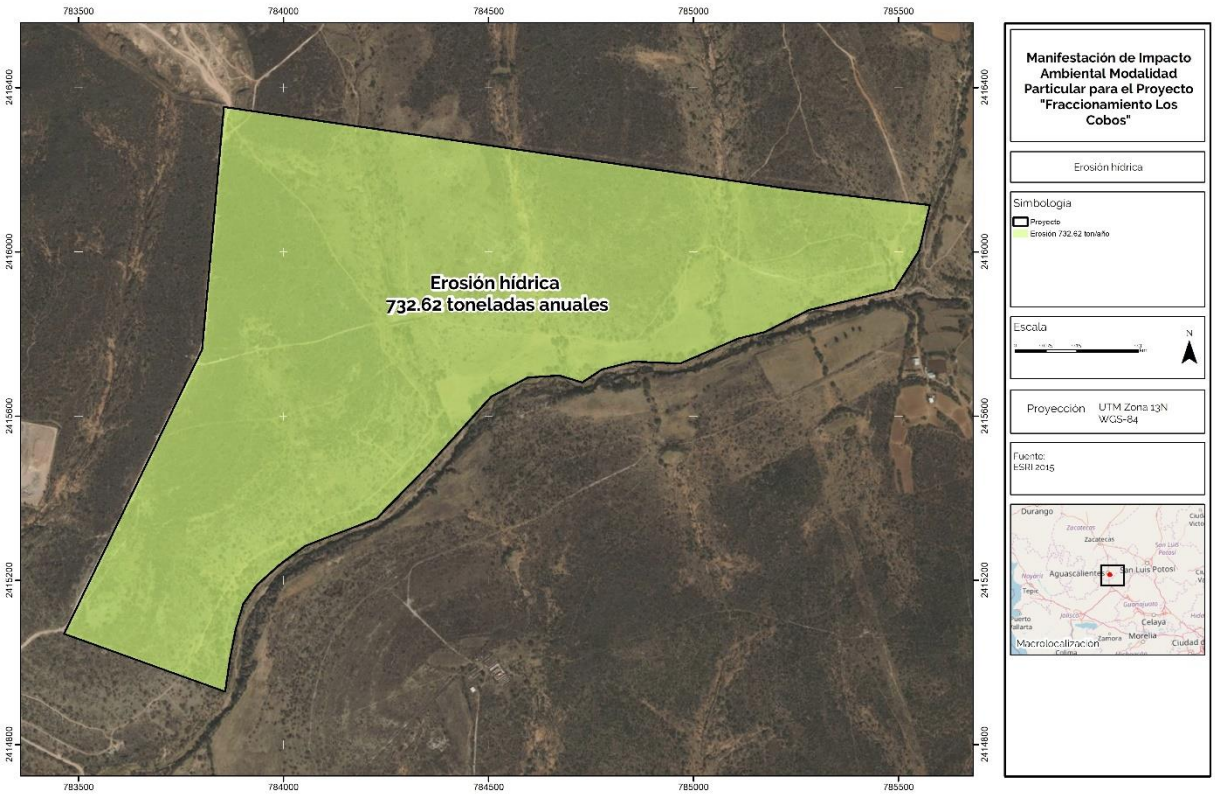


Imagen 4-12 Erosión hídrica en el área del proyecto

4.2.1.7 Fisiografía

A lo largo del territorio mexicano, es posible encontrar un relieve extraordinariamente variado, para el cual intervinieron un conjunto de agentes modeladores lo cuales han dado origen a grandes cadenas montañosas, grandes planicies costeras pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones. Derivada de esta diversidad estructural la República Mexicana se encuentra dividida en 15 regiones o Provincias Fisiográficas (INEGI, 2010).

Provincia fisiográfica Mesa del Centro

El área de estudio se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Mesa del Centro, ubicada en la parte centro-norte de México, en una región semidesértica del país. Se caracteriza

por ser una región elevada delimitada por las Sierras Madres Oriental y Occidental y al Sur por el Eje Neovolcánico Transversal; geográficamente la conforman parte de los Estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Zacatecas, por ella fluye el Río Lerma (Nieto- Samaniego, *et al.*, 2005). Está constituida por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica. Las llanuras más extensas se localizan en la zona de los Llanos de Ojuelos, en tanto que la zona de los Altos de Guanajuato, las llanuras son menos extensas y las sierras más frecuentes. Se presentan en ella dos discontinuidades fisiográficas: la Sierra de Guanajuato y la Sierra Cuatralba, de mesetas de lava escalonadas (Medrano, 2003).

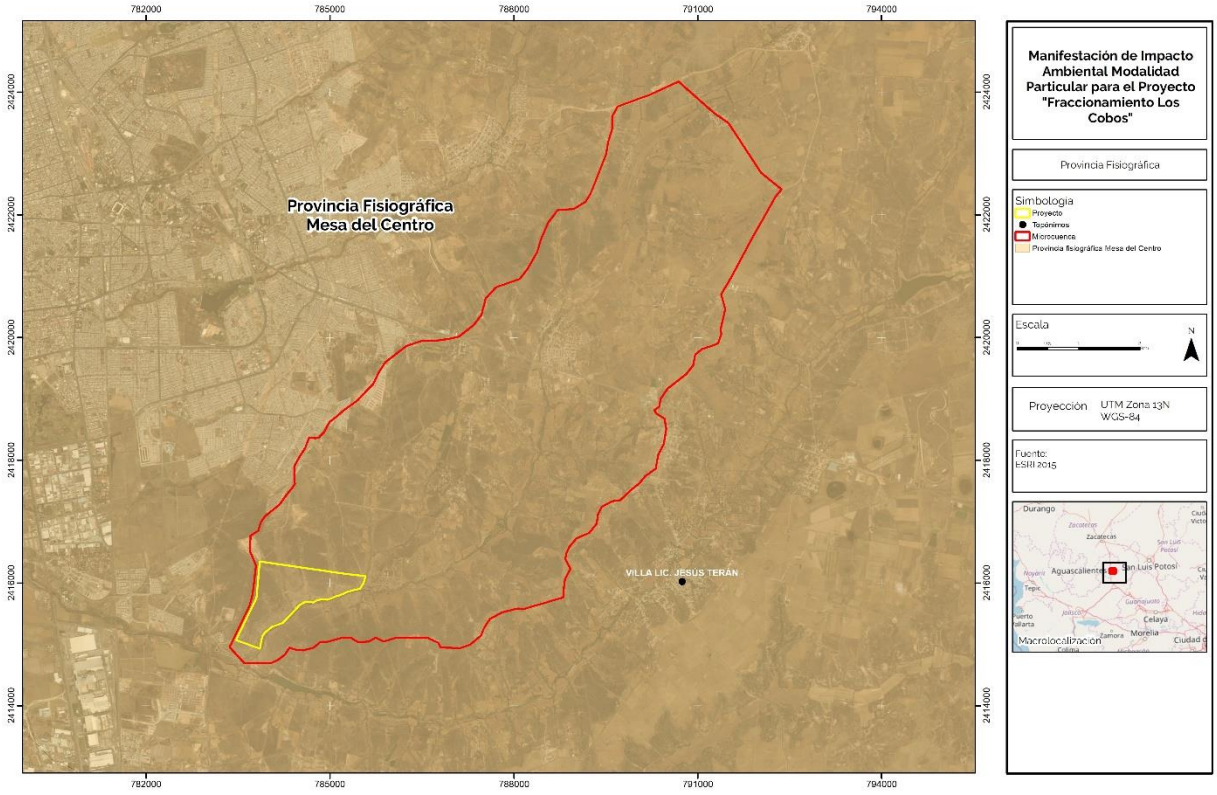


Imagen 4-13 Provincia Fisiográfica a la que pertenece el proyecto

Subprovincia fisiográfica Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes

La Subprovincia Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes es a la que pertenece la zona de estudio, ésta abarca el 48.15% de la extensión territorial del Estado de Aguascalientes, comprende toda la porción oriental del mismo. Se caracteriza por sus extensas llanuras con pisos de caliche y una muy somera cubierta aluvial, que se encuentran a altitudes alrededor de los 2000 m; su expresión

principal es la de llanura desértica de piso rocoso, seguida por los sistemas de topoformas lomerío con cañadas, sierra baja, sierra baja con mesetas y meseta (CONABIO, 2008).

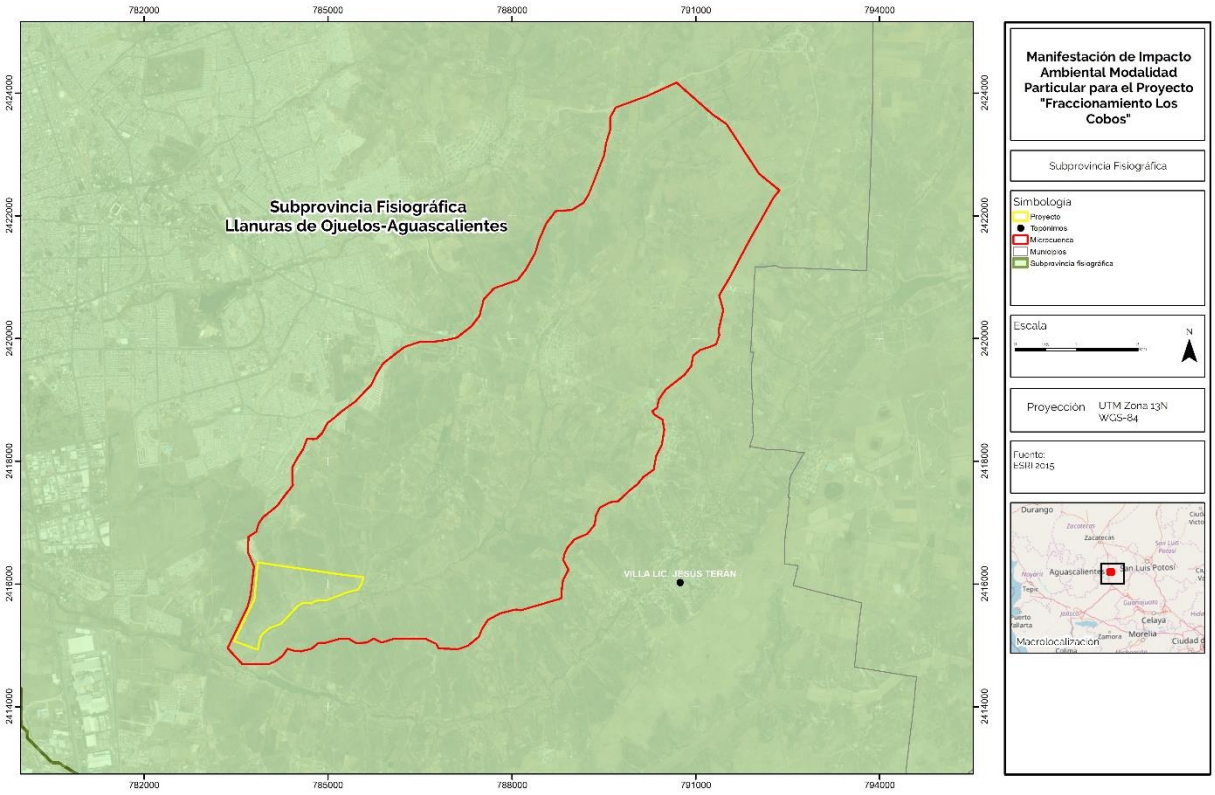


Imagen 4-14 Subprovincia Fisiográfica a la que pertenece el proyecto

El SA se define por dos topoformas, Lomerío con cañadas que abarca casi la totalidad de la misma y Llanura desértica de piso rocoso o cementado, en las porciones oriental y occidental, cabe mencionar que esta última forma parte del predio Los Cobos.

Lomerío con cañadas. Este sistema está constituido por conjuntos de lomas muy suaves de origen sedimentario continental, cuya altura sobre el nivel del terreno circundante no llega a los 300 m; estos conjuntos de lomas están asociados a las cañadas por las que fluyen los arroyos que alimentan los ríos San Pedro y Chicalote. Hacia el sur y oriente del sistema, separado por la franja de llanura del río Chicalote, se localiza otro sistema de lomerío, el cual presenta cañadas que se extienden hacia la porción austral hasta dar paso a terrenos que forman la Sierra Baja.

Llanura desértica de piso rocoso o cementante. Se encuentra a lo largo del Río San Pedro hasta poco antes de la Presa El Niágara, continúa al sur de la ciudad de Aguascalientes y se interna al

Estado de Jalisco; hacia el oriente se prolonga en forma de un corredor que sigue el trazo del cauce del Río Chicalote y se extiende hacia la región conocida como El Llano. Se caracteriza por tener su piso cubierto por una capa somera de aluviones limitada por fases físicas, entre éstas la petrocálcica (caliche) a profundidades de 30 cm y hasta un metro.

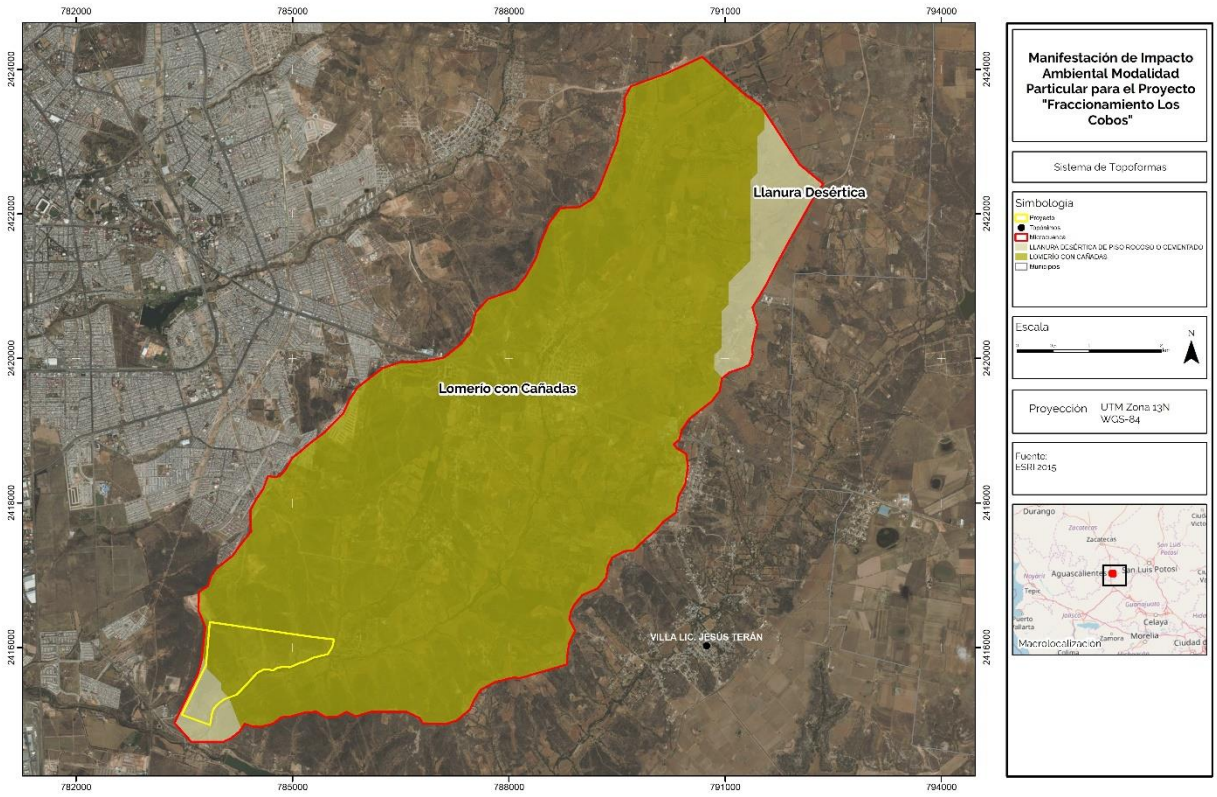


Imagen 4-15 Sistema de topoformas presente en el SA

4.2.1.8 Hidrología superficial

La unidad de análisis delimitada se ubica dentro de la subcuenca Río Aguascalientes, la cual forma parte de la Región Hidrológica 12 conocida como Lerma-Santiago. El principal cauce del Estado es el río Aguascalientes que nace a unos 40 km al sur de la ciudad de Zacatecas, fluye a través del Estado de Aguascalientes de Norte a Sur y durante su trayecto se le unen los ríos Pabellón, Santiago, Morcinique, Chicalote y San Francisco, además de otros arroyos de menos importancia. El cauce principal en su origen lleva por nombre San Pedro, dentro de los Estados de Aguascalientes y Jalisco se denomina Río Aguascalientes, al unirse con los ríos Encarnación, Lagos

y Teocaltiche cambia de nombre a Río Verde el cual continua hasta su confluencia con el río Grande o Santiago.

El SA cuenta con numerosos escurrimientos, algunos con cauce bien definido, que se activan solamente durante la temporada de lluvias. La corriente principal que define la microcuenca lleva por nombre Arroyo Paso Hondo, escurrimiento perenne que a su vez se alimenta los de pequeños arroyos intermitentes que fungen como corrientes tributarias durante la temporada de lluvias.

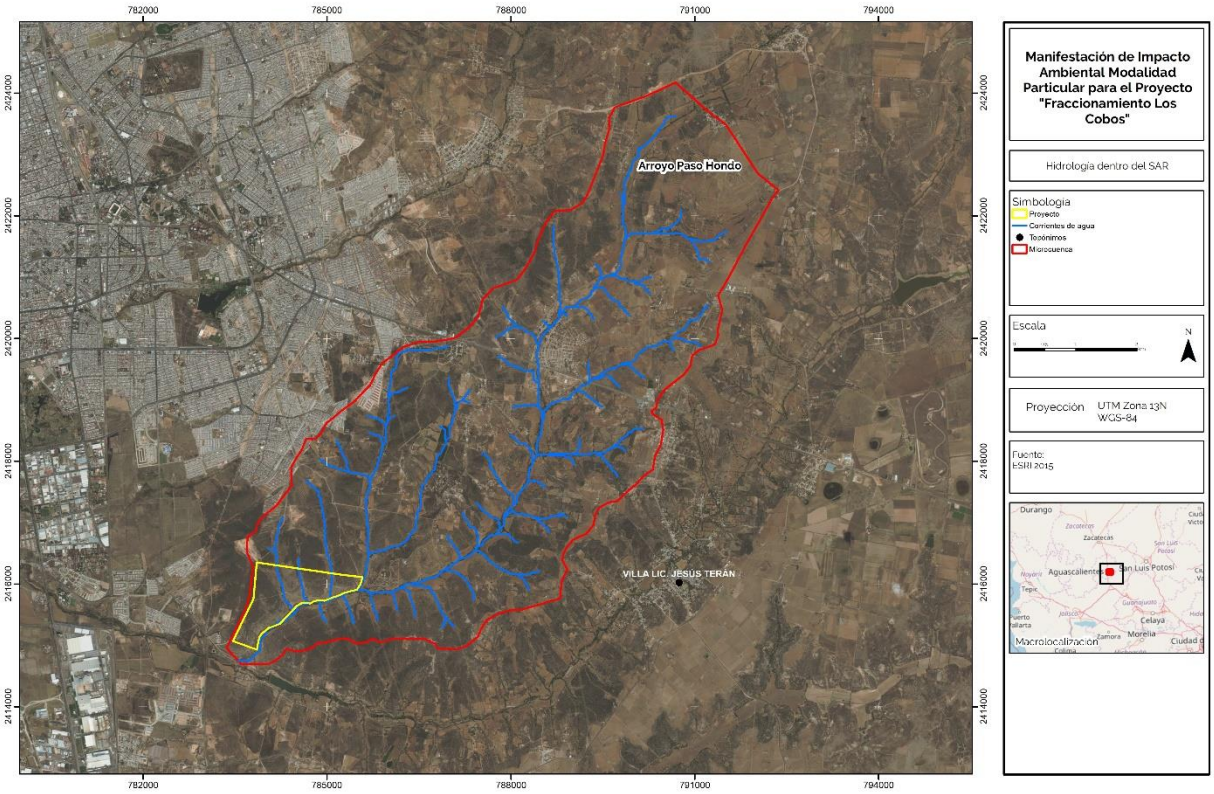


Imagen 4-16 Hidrología superficial encontrada en el SA

4.2.1.9 Infiltración

Actualmente existen factores que ven afectado el recurso hídrico en su disponibilidad (cantidad y calidad), como lo son la sobreexplotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua o el incremento de urbanización en zonas de producción hídrica entre otros.

El concepto de balance hídrico, o ecuación de continuidad, 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.

La fórmula general que se utiliza en el Balance Hidrológico es la siguiente:

Captación – Evapotranspiración = Escorrentía superficial + Infiltración

Es con base en lo anterior que se empló el método RAS para la elaboración de un mapa de recarga de agua subterránea, que servirá como variable en la ecuación de continuidad para calcular el balance hídrico en el SA.

La recarga acuífera, que representa directamente la cantidad de agua que se infiltra en el subsuelo después de la precipitación permite conocer la capacidad de los mantos freáticos de recargarse y con eso, mantener el balance hidrológico superficial—subterráneo de una cuenca hidrográfica. La recarga acuífera se encuentra definida por:

$$R = BC * C$$

Donde:

BC = Balance climático

C = Ráster resultado de la clasificación supervisada (cobertura del suelo)

El resultado de operar el ráster C por la constante climática entrega el mapa de recarga de agua subterránea para la cuenca con valores cuantitativos en mm/año.

Donde:

$$BC = P - E\,T\,real$$

P = Precipitación

ET real = Evapotranspiración

$$ETR = P - xP^2$$

Donde:

P = Precipitación en metros anuales

$X = \frac{1}{(0.8+0.14\,t)}$

t = Temperatura media anual en grados centígrados

Sustituyendo el valor de temperatura de 16.9, la cual fue obtenida del promedio de las tres estaciones meteorológicas más cercanas al SA, y la precipitación antes mencionada, se obtiene un valor de 444.2 mm/año.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que:

$$BC = P - E\,T\,real$$

Para:

P = **534.33 mm/año**

E T real = **444.2 mm/año**

$$BC = 534.33 - 444.2 \;\; \therefore \;\; \boldsymbol{BC = 90.13\ mm/año}$$

Retomando la ecuación para obtener la recarga acuífera se tiene que:

Infiltración en SA = 3299026.64 m^3 anuales

La metodología se detalla en el Capítulo 8 del presente documento.

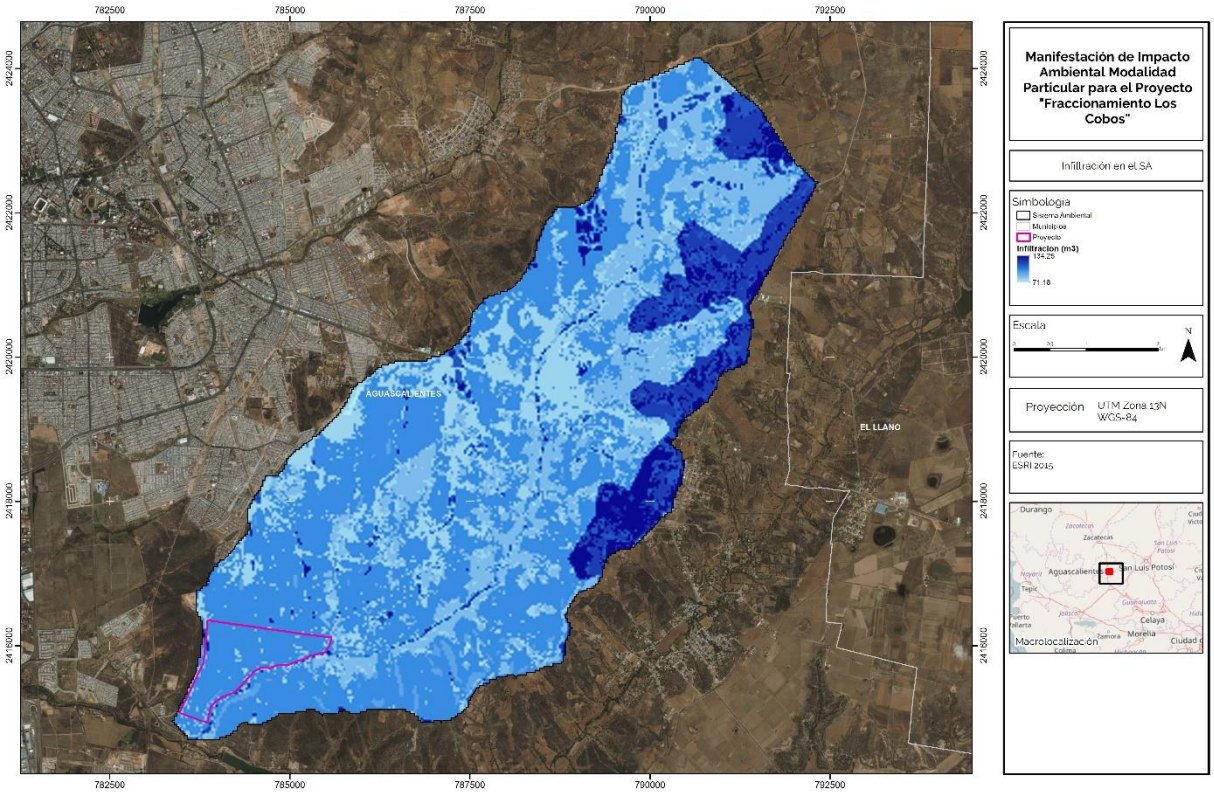


Imagen 4-17 Infiltración en el SA

Por otra parte, para conocer la cantidad de agua que se infiltra en el predio, se estimaron valores de precipitación, evapotranspiración y volumen de escurrimiento anual (la metodología se detalla en el Capítulo 5 del presente documento), obteniendo un valor total de 54,841.52 metros cúbicos de agua captada al año.

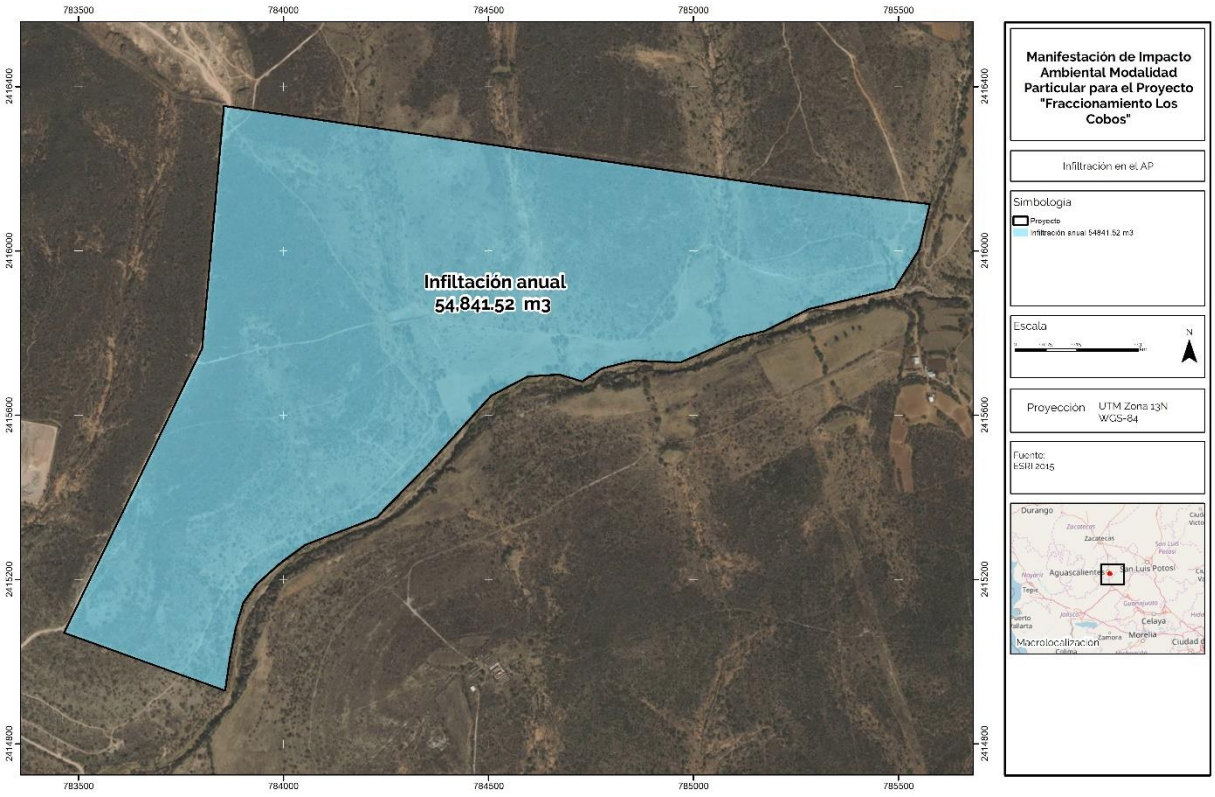


Imagen 4-18 Infiltración en el área del proyecto

4.2.2 Aspectos bióticos

4.2.2.1 Vegetación

Actualmente el grado de modificación de la zona que envuelve el SA se traduce en el reemplazo de vegetación natural por áreas dedicadas a actividades humanas. La transformación de la superficie en gran medida se ha acelerado debido, entre otras cosas, a la cercanía con la zona urbana de la Ciudad de Aguascalientes.

Debido a las condiciones físicas del terreno y las características del suelo; aunado a las condiciones ambientales de precipitación y temperatura, dentro del SA en donde se plantea la construcción del proyecto, se identifican dos tipos de vegetación y un uso de suelo, de acuerdo con la carta de Uso de suelo y vegetación Serie III de INEGI (2009). Es importante desatacar que, pese a que esta fuente indica dos tipos de vegetación dentro del área del proyecto, una vez que se llevó a cabo el recorrido de reconocimiento, se determinó que únicamente se distribuye vegetación correspondiente a Matorral crassicaule.

Tabla 4-4 Tipos de vegetación dentro del SA

Tipo de vegetación	Superficie en SA	Porcentaje
Matorral Crassicaule	2840.02	75.22
Pastizal natural	779.37	20.64
Agricultura de temporal	156.38	4.14
Total	**3775.78**	**100**

Matorral Crassicaule (MC)

Este tipo de vegetación muestra predominancia de cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos que se desarrollan principalmente en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país. Algunas de las especies características son: *Opuntia* spp*., Pachycereus pringlei, Stenocereus thurberi*. Se incluyen las asociaciones conocidas como nopaleras, chollales, cardonales, tetecheras, etc.

El matorral crassicaule que se establece en la parte central de Zacatecas y algunas partes adyacentes de Durango, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí se presentan como cubierta vegetal de *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas "nopaleras" *Opunta streptacantha* y *Opuntia leucotricha*.

Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22°C en promedio anual. En algunas partes de San Luis Potosí y Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus* spp. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientas que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa, Acacia. Dalea, Prosopis, Rhus, Larrea, Brickelia, Eupatorium, Buddleja, Celtis,* etc.

La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 metros, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi el 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la numerosa presencia de plantas herbáceas.

Pastizal Natural (PN)

Es considerado principalmente como un producto natural de la interacción del clima, suelo y biota de una región. Es una comunidad dominada por especies de gramíneas, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etc. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques.

El pastizal natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1,100 y 2,500 metros. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20°C. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, todos los años hay heladas y en las partes altas de Chihuahua y Sonora ocurren nevadas con cierta frecuencia. La precipitación media anual es del orden de los 300 a 600 mm, con 6 a 9 meses secos y la humedad atmosférica se mantiene baja durante la mayor parte del año. Este tipo de clima corresponde sobre todo a la categoría Bs de la clasificación de Köppen, aunque las más secas pertenecen a la categoría Bw.

Los suelos propios de estos pastizales son en general de reacción cercana a la neutralidad (pH de 6 a 8), con textura que varía de migajón arcilloso a migajón arenoso y coloración rojiza a café, frecuentemente con un horizonte de concentración calimosa o ferruginosa más o menos continua. Por lo regular son suelos fértiles y medianamente ricos en materia orgánica. Se erosionan con facilidad cuando se encuentran en declive y carecen de suficiente protección por parte de la vegetación.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70 centímetros, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más bajos. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad solo reverdece en la época más húmeda. La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y mucho tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menos de 50%.

Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies

de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno o dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados.

Son frecuentemente dominantes o codominantes en asociaciones las especies *Bouteloua* y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*. Son menos frecuentes en general, *Bouteloua rothrockii, B. radicosa, B. repens, B. eriopoda* y *B. chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: *B. eriopoda* y *B. scorpioides*; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a *B. gracilis*.

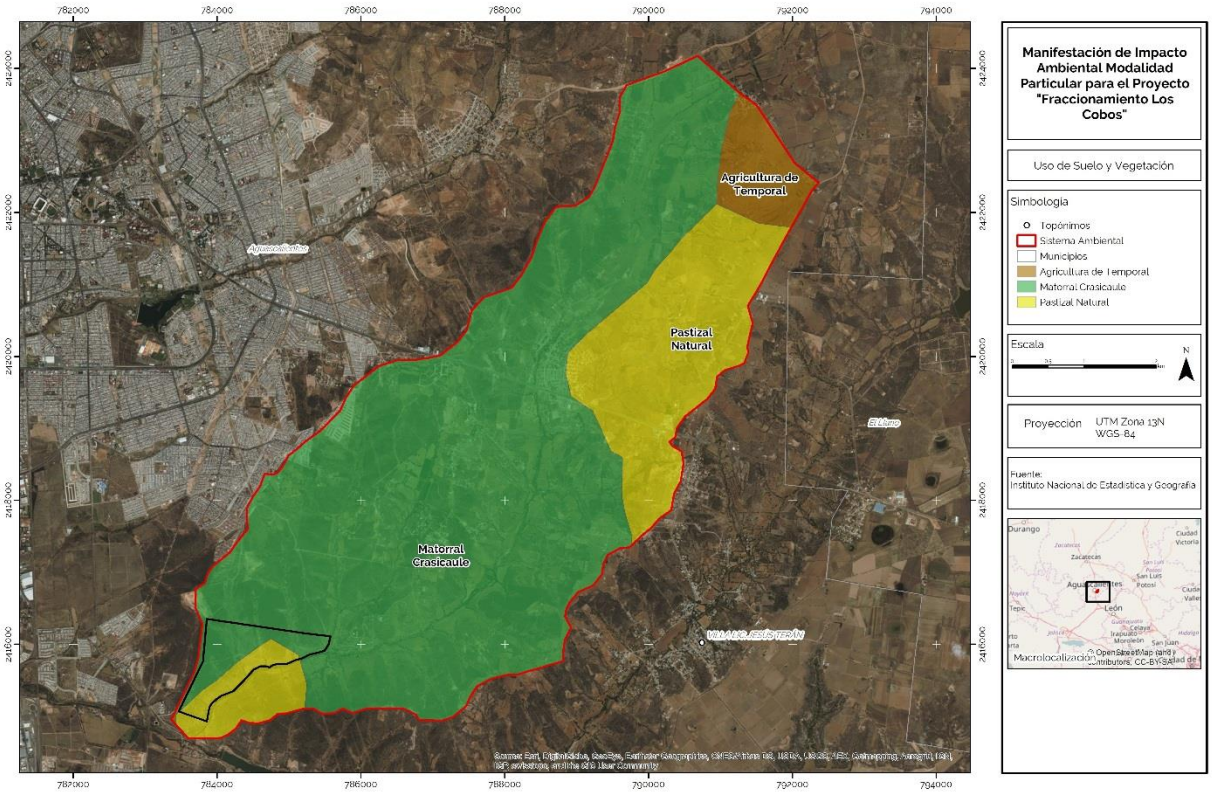


Imagen 4-19 Uso de suelo y vegetación del SA de acuerdo a INEGI Serie III

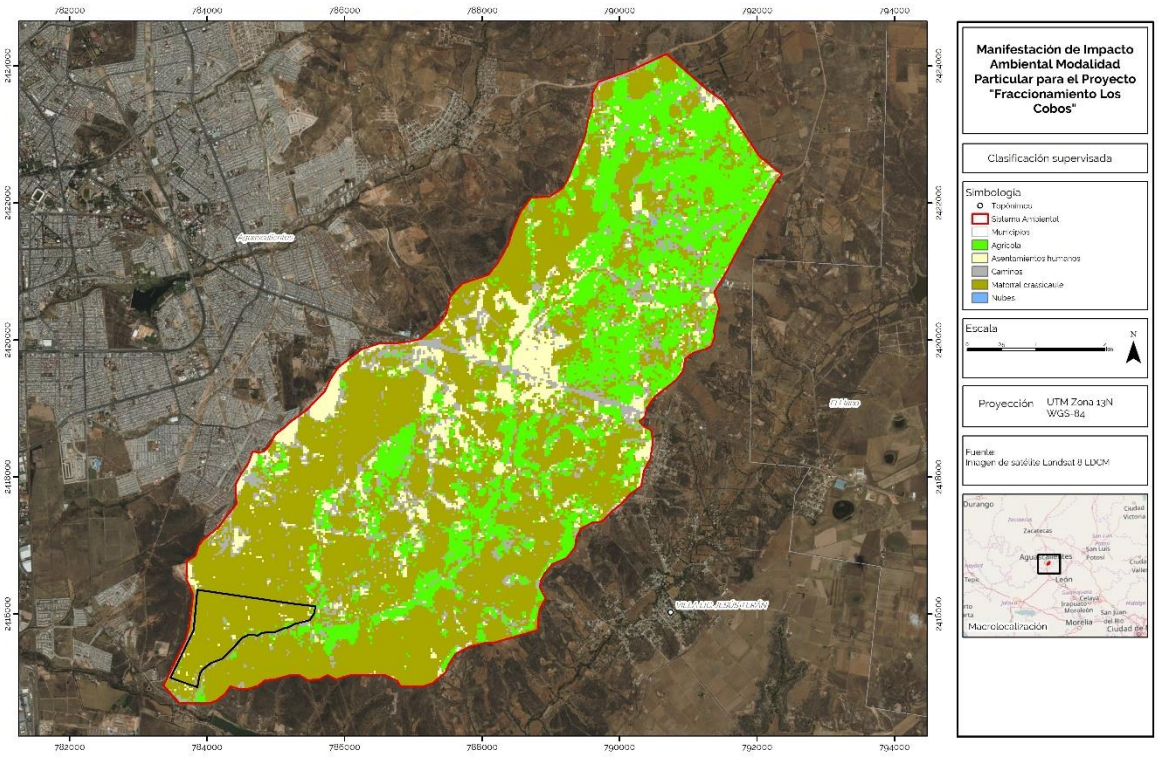


Imagen 4-20 Clasificación supervisada del SA que complementa la información presentada

De acuerdo con lo obtenido con la clasificación supervisada de la vegetación, es posible obtener un mayor detalle en cuanto a la forma en la que se distribuyen los usos de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental. Cabe destacar que esta clasificación permite corroborar lo observado en campo en lo referente a la cobertura vegetal dentro del Área del Proyecto, donde puede observarse una cobertura casi total con el tipo de vegetación Matorral crassicaule.

Respecto al Sistema Ambiental, se puede observar que gran parte se encuentra cubierto por la vegetación por afectar, principalmente al suroeste de esta unidad de análisis, disminuyendo hacia el norte, conforme se presenta una mayor cantidad de asentamientos humanos, así como terrenos agrícolas.

4.2.2.2 Muestreo de flora en SA y predio Los Cobos

Para obtener una mejor representación de la vegetación presente tanto en el predio "Los Cobos" como en el Sistema Ambiental se realizó un muestreo en campo para determinar la riqueza y estructura de las especies de flora. Para ello se consideró el estado de conservación de los sitios de muestreo a fin de seleccionar aquellos con un buen estado de conservación y de esta manera

demostrar que las especies dentro del predio que se verían afectadas por el desarrollo del proyecto se encuentren representadas en el SA.

Asímismo, se realizó un análisis de vegetación de manera previa en el SA, en particular de la vegetación denominada matorral crassicaule, que corresponde al tipo de vegetación que será afectada por la construcción del proyecto. La selección de los sitios de muestreo se llevó a cabo considerando principalmente dos factores, la seguridad del personal de campo, evitando entrar en áreas en las que no hubiera el permiso por parte de los propietarios, así como las condiciones de los mismos, procurando muestrear zonas representativas de esta tipo de vegetación, preferentemente en áreas con un buen estado de conservación.

Teniendo en cuenta la información de campo, tanto en la superficie del SA, como en el predio en el que pretende la construcción del proyecto, el material de colecta y documentación fotográfica, se llevó a cabo el análisis.

La identificación de especies de flora se realizó mediante claves y fotografías de los herbarios online disponibles. Se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad vegetal como: densidad de plantas por hectárea y cobertura, además, se calcularon los parámetros ecológicos de la comunidad vegetal, tales como: densidad, dominancia y frecuencia, obteniendo los siguientes resultados:

4.2.2.2.1 Sistema Ambiental

De acuerdo al tipo de vegetación Matorral Crassicaule, se determinaron los tres estratos encontrados y se presentan a continuación la descripción de cada uno.

4.2.2.2.1.1 Estrato arbóreo

Este estrato presenta una altura promedio de 3.4 metros, y está representado por 81 individuos en total distribuidos en dos especies, de las cuales el mezquite (*Prosopis laevigata*) domina con 78 individuos por hectárea, al igual que domina por su Índice de Valor de Importancia sobre el huzache (*Acacia shaffneri*). No se reportan especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4-5 Estrato arbóreo en el SA

Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	Abundancia	
												Absoluta	por ha
Acacia schaffneri	Huizache chino	SC						1	10			11	12
Prosopis laevigata	Mezquite	SC	14	9	9	2		6	4	21	5	70	78
	Total		14	9	9	2	0	7	14	21	5	81	90
Riqueza específica: 2			NOM-059*: SC – Sin Categoría										

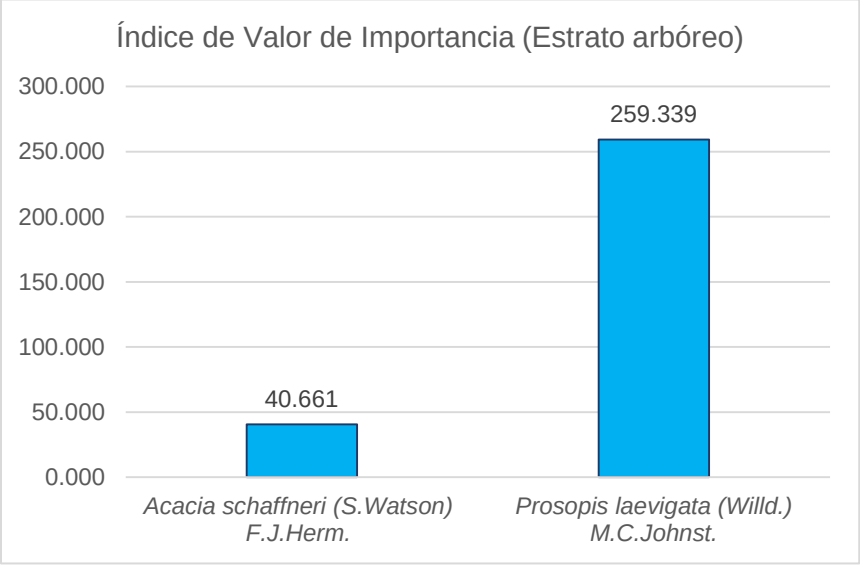


Imagen 4-21 Índice de valor de importancia en estrato arbóreo en el SA

4.2.2.2.1.2 Estrato arbustivo

El estrato arbustivo registró una altura promedio de 1.8 m, es una asociación de 20 especies en un total de 9,921 individuos; de las cuales, vara blanca (*Verbesina serrata*) y la cenicilla (*Zaluzania angusta*) dominan el estrato con 9,998 y 5,949 individuos por hectárea respectivamente, al igual que el Índice de Valor de Importancia. Para este componente no se reportan especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4-6 Estrato arbustivo en el SA

Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	Abundancia	
												Absoluta	Por ha
Acacia farnesiana	Huizache	SC			12			4	7		3	26	58
Acacia schaffneri	Huizache chino	SC	1		24	20	4	4	4		3	60	133
Adenophyllum sp.	Cempasúchil	SC									1	1	2
Artemisia ludoviciana	Estafiate	SC	3	28	16	32		12			1	92	204
Asclepias linaria	Pinillo	SC			12							12	27
Brickellia veronicifolia	Estrellita	SC	18	32	4	4	219	8	17	219	2	523	1162
Croton sp.		SC	2	4		12			1		3	22	49
Galinsoga quadriradiata	Estrellita	SC	7	24		28	63	12	2		19	155	344
Gymnosperma glutinosum	Limpia tunas	SC	3	76	60		656	16	23			834	1853
Hyptis albida	Salvia	SC				32		36	1			69	153
Lantana camara	Lantana	SC	3	28		8		12	2			53	118
Mimosa monancistra	Gatuño	SC	51	52	24	28	188	140	22	125	54	684	1520
Nicotiana glauca	Tabaquillo	SC			8	4						12	27
Piqueria trinervia	Hierba de San Nicolás	SC							3			3	7
Plumbago pulchella	Siricua	SC	3									3	7
Prosopis laevigata	Mezquite	SC	7	44		8	2		1	125		187	416
Salsola kali subsp. tragus	Rodadora	SC				8						8	18
Schinus molle	Pirul	SC			1							1	2
Verbesina serrata	Vara blanca	SC	101	444	152	56	2406	8	97	1219	16	4499	9998
Zaluzania angusta	Cenicilla	SC	81	172	360	208	656	268	124	563	245	2677	5949
Total			280	904	673	448	4194	520	304	2251	347	9921	22047
Riqueza específica: 20			NOM-059*: SC – Sin categoría										

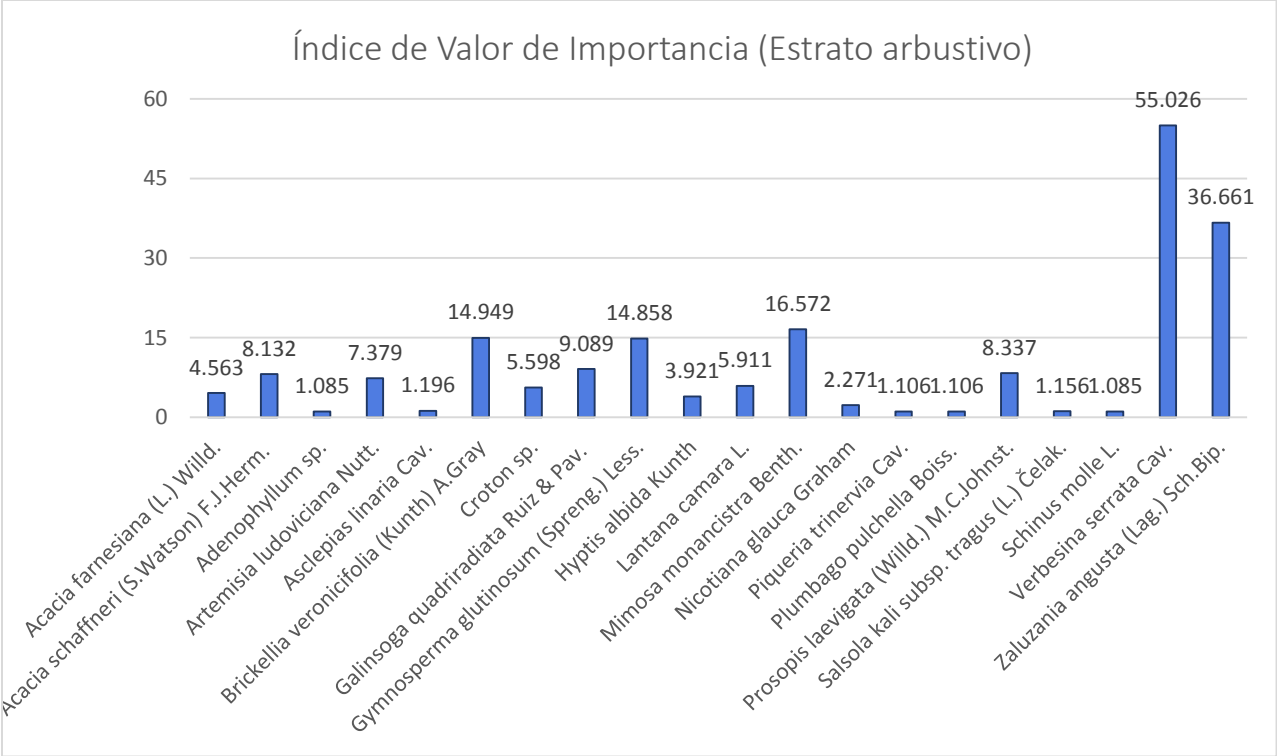


Imagen 4-22 Índice de valore de importancia en estrato arbustivo en el SA

4.2.2.2.1.3 Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo se registraron un total de 514 individuos, distribuidos en 22 especies, de las cuales el pasto *Microchloa kunthii* domina este elemento con 134,444 individuos por hectárea lo cual también permite que tenga el Índice de Valor de Importancia mayor (39.19). No se reportan especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4-7 Estrato herbáceo en el SA

Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	Abundancia	
												Absoluta	Por ha
Adenophyllum sp.	Cempasúchil	SC			4			1	2			7	7778
Bidens sp.	Aceitilla	SC		1		1			2		2	6	6667
Bouteloua sp.		SC						10	4	34		48	53333
Brickellia veronicifolia	Estrellita	SC						3				3	3333
Cenchrus echinatus		SC	20									20	22222
Chloris sp.		SC									20	20	22222
Croton pottsii	Hierba del gato	SC	2									2	2222
Dichondra argentea	Oreja de ratón plateado	SC		20	5		3	4				32	35556
Drymaria glandulosa		SC									2	2	2222
Eragrostis sp.		SC		1		20		10		15		46	51111

Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	Abundancia	
												Absoluta	Por ha
Euphorbia indivisa	Golondrina	SC			29	10						39	43333
Guilleminea densa	Rosa de castilla cimarrona	SC	3									3	3333
Gymnosperma glutinosum	Limpia tunas	SC					3	8				11	12222
Loeselia coerulea	Banderilla	SC			5							5	5556
Microchloa kunthii		SC	30	6		20		30	35			121	134444
Salsola kali subsp. tragus	Rodadora	SC			14							14	15556
Salvia sp.		SC	2									2	2222
Spermacoce verticillata	Botón blanco	SC				4						4	4444
Tagetes sp.		SC			35							35	38889
Verbesina serrata	Vara blanca	SC	3				8					11	12222
Viguiera linearis	Romerillo	SC				3						3	3333
Zaluzania angusta	Cenicilla	SC			4			1				5	5556
Total			60	28	96	58	14	67	43	49	24	439	487778
Riqueza específica: 22			NOM-059*: SC – Sin categoría										

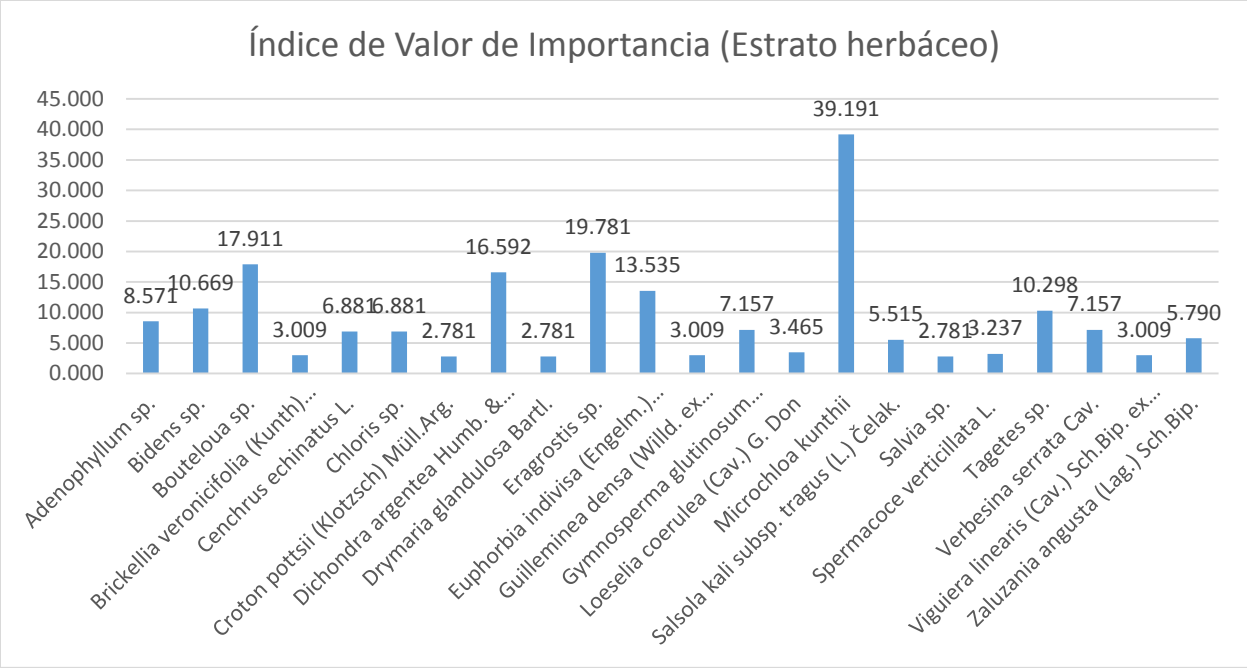


Imagen 4-23 Índice de valor de importancia en estrato en el SA

4.2.2.2.1.4 Cactáceas

Este grupo de organismos representa la importancia principal del tipo de vegetación matorral crassicaule, en el muestreo dentro del SA se registraron 184 individuos con altura promedio de 1.9 m, distribuidos en 7 especies de las cuales, el nopal chamacuelo (*Opuntia tomentosa*) y el nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) dominan este grupo con 78 y 56 individuos por hectárea respectivamente. De este grupo no se registró ninguna especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4-8 Cactáceas en el SA

Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	S-1	S-2	S-3	S-4
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	SC	1	5	12	5
Mammillaria uncinata	Biznaga	SC			1	1
Opuntia engelmannii subsp. lindheimeri	Nopal	SC			3	4
Opuntia jaliscana	Nopal	SC	1		3	10
Opuntia robusta	Nopal	SC		1	1	1
Opuntia streptacantha	Nopal cardón	SC	11	7	4	13
Opuntia tomentosa	Nopal chamacuelo	SC	13	4	17	17
		Total	26	17	41	51

Nombre científico	Nombre común	NOM-059*	S-1	S-2	S-3	S-4

Riqueza específica: 22 NOM-059*: SC – Sin Categoría

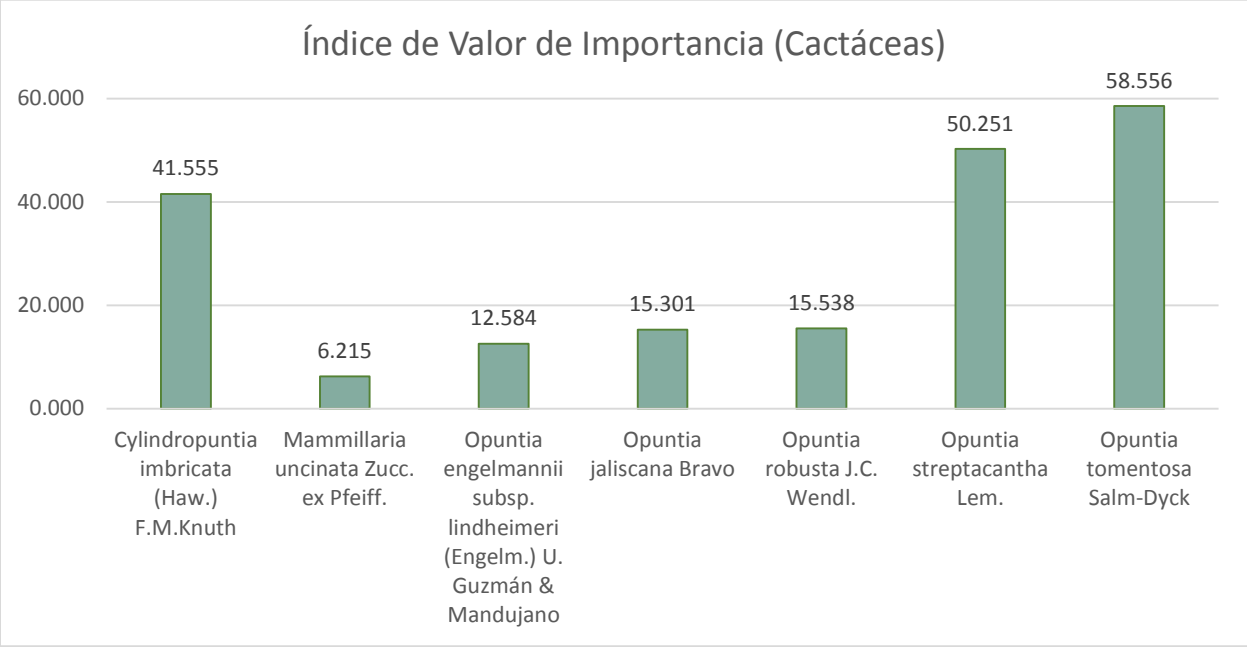


Imagen 4-24 Índice de valor de importancia en cactáceas en el SA

4.2.2.2.2 Cálculo de índices de diversidad a nivel SA

Del análisis elaborado de los cuatro estratos encontrados, se obtuvieron los diferentes índices, de diversidad de Shannon-Wiener (H), diversidad máxima (Hmax) y equidad (J) mediante la metodología mencionada en el Capítulo 8 del presente documento. Los resultados obtenidos para cada estrato se manifiestan a continuación.

4.2.2.2.2.1 Estrato arbóreo

El índice de Shannon-Wiener obtenido para el estrato arbóreo fue de 0.397, que indica una diversidad baja para este estrato, debido a que, dentro del SA, únicamente se tuvo registro de dos especies; la diversidad potencial obtenida fue de 0.693, lo que indica que faltan 0.296 puntos para que este estrato obtenga su máxima diversidad. Por su parte, el valor de equidad indica que este

estrato está medianamente cercano a ser equitativo (0.573) en cuanto a la distribución de las especies.

Para el análisis por especie se tiene que el índice de valor de importancia más alto corresponde al mezquite (*Prosopis laevigata*) con 259.339, con una abundancia por hectárea de 78 individuos. Asimismo, esta especie posee los valores más altos de densidad relativa con 86.42% y una dominancia relativa por hectárea de 92.92%. La especie que resultó con el menor índice de valor de importancia es el huizache chino (*Acacia schaffneri*) con 40.661, con una abundancia por hectárea de 12. Asimismo, esta especie obtuvo los valores más bajos de densidad relativa (13.58%) y dominancia relativa de 7.08%.

Tabla 4-9 Estrato arbóreo

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa por hectárea	Índice de valor de importancia	Índice de Shannon-Wiener
Acacia schaffneri	12	13.58	20	7.08	40.661	0.271
Prosopis laevigata	78	86.42	80	92.92	259.339	0.126
Total	90	100	100	100	300	0.397

Riqueza específica (S)	2
Índice de Shannon-Wiener (H)	0.397
Diversidad máxima (H máx.)	0.693
Equidad (J)	0.573
Diferencia de diversidad	0.296

4.2.2.2.2.2 Estrato arbustivo

El índice de Shannon-Wiener calculado para el estrato arbustivo fue de 1.594, que indica una diversidad media para este estrato; además, se obtuvo la diversidad potencial que fue de 2.996, lo que indica que faltan 1.401 puntos para que este estrato obtenga su máxima diversidad.

Por su parte, el valor de equidad indica que este estrato está medianamente cercano a ser equitativo (0.532) en cuanto a la distribución de las especies.

Para el análisis por especie se tiene que los individuos que presentan el índice de valor de importancia más alto son la vara blanca (*Verbesina serrata*) con 55.026 y la cenicilla

(*Zaluzania angusta*) con 36.661, con una abundancia por hectárea de 9,998 y 5,949 individuos respectivamente. Asimismo, estas especies resultaron con los valores más altos de densidad relativa con valores de 45.348 y 26.983, reflejando que más del 50% de los individuos reportados para este estrato, corresponden a estas dos especies. En cuanto a la frecuencia relativa, ambas especies, así como el gatuño (*Mimosa monancistra*) y la estrellita (*Brickellia veronicifolia*) presentan un valor de 9.677, que indica dichas especies se encontraron representadas en los 9 sitios de muestreo.

Las especies que resultaron con el menor índice de valor de importancia son el cempasúchil (*Adenophyllum* sp.) y el pirul (*Schinus molle*), ambas con 1.085, con una abundancia por hectárea de 2 individuos para cada especie. Asimismo, estas especies resultaron con los valores más bajos de densidad relativa (0.010%) y frecuencia relativa con 1.075. Cabe destacar, que el pirul es una especie exótica y cosmopolita y su presencia en la zona es producto de la degradación ambiental derivada del crecimiento de la mancha urbana y que, si bien no es una especie que de manera natural se desarrolle en el matorral crassicaule, forma parte de la riqueza de especies de la zona y debe ser tomada en cuenta para el análisis de diversidad.

Tabla 4-10 Estrato arbustivo

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de valor de importancia	Índice de Shannon-Wiener
Acacia farnesiana	58	0.262	4.301	4.563	0.016
Acacia schaffneri	133	0.605	7.527	8.132	0.031
Adenophyllum sp.	2	0.01	1.075	1.085	0.001
Artemisia ludoviciana	204	0.927	6.452	7.379	0.043
Asclepias linaria	27	0.121	1.075	1.196	0.008
Brickellia veronicifolia	1162	5.272	9.677	14.949	0.155
Croton sp.	49	0.222	5.376	5.598	0.014
Galinsoga quadriradiata	344	1.562	7.527	9.089	0.065
Gymnosperma glutinosum	1853	8.406	6.452	14.858	0.208
Hyptis albida	153	0.695	3.226	3.921	0.035
Lantana camara	118	0.534	5.376	5.911	0.028
Mimosa monancistra	1520	6.894	9.677	16.572	0.184
Nicotiana glauca	27	0.121	2.151	2.271	0.008
Piqueria trinervia	7	0.03	1.075	1.106	0.002
Plumbago pulchella	7	0.03	1.075	1.106	0.002

Prosopis laevigata	416	1.885	6.452	8.337	0.075
Salsola kali subsp. tragus	18	0.081	1.075	1.156	0.006
Schinus molle	2	0.01	1.075	1.085	0.001
Verbesina serrata	9998	45.348	9.677	55.026	0.359
Zaluzania angusta	5949	26.983	9.677	36.661	0.353
Total	22047	100	100	200	1.594

Riqueza específica (S)	**20**
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.594
Diversidad máxima (H max)	2.996
Equidad (J)	0.532
Diferencia de diversidad	1.401

4.2.2.2.2.3 Estrato herbáceo

El índice de Shannon-Wiener calculado para el estrato herbáceo fue de 2.463, que indica alta diversidad; además, se obtuvo la diversidad potencial que fue de 3.091, lo que indica que faltan 0.628 puntos para que este estrato obtenga su máxima diversidad; el muestreo fue realizado posterior a la temporada de lluvias en la zona por lo que este elemento de la vegetación se encontraba aun ocupando amplia cobertura en gran parte de los sitios de muestreo, lo que resultó en diversidad alta.

El valor de equidad indica que este estrato es el más cercano a ser equitativo (0.797) en cuanto a la distribución de las especies. Para el análisis por especie, los individuos que presentan el índice de valor de importancia más alto corresponden a los pastos de las especies *Microchloa* sp. con 39.191, *Eragrostis* sp. con 19.781 y *Bouteloua* sp. con 17.911, con una abundancia por hectárea de 134,44, 53,333 y 51,111 individuos respectivamente. Asimismo, estas especies resultaron con los valores más altos de densidad relativa con valores de 27.563, 10.478 y 10.934. En cuanto a la frecuencia relativa, el valor más alto corresponde a *Microchloa* sp. con 11.628, seguido de la aceitilla (*Bidens* sp.), la oreja de ratón plateado (*Dichondra argentea*) y *Eragrostis* sp., todas con un valor de 9.302.

Por otro lado, las especies que resultaron con el menor índice de valor de importancia son la hierba del gato (*Croton pottsii*), *Drymaria glandulosa* y *Salvia* sp., todas con 2.781, con una abundancia

por hectárea de 2 individuos. Asimismo, estas especies resultaron con los valores más bajos de densidad relativa (0.456) y frecuencia relativa de 2.326, valor que comparten con la estrellita (*Brickellia veronicifolia*), *Cenchrus echinatus*, *Chloris* sp., la rosa de castilla cimarrona (*Guilleminea densa*), la banderilla (*Loeselia coerulea*), la rodadora (*Salsola kali* subsp. *tragus*), el botón blanco (*Spermacoce verticillata*), *Tagetes* sp. y el romerillo (*Viguiera linearis*).

Tabla 4-11 Estrato herbáceo

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de valor de importancia	Índice de Shannon-Wiener
Adenophyllum sp.	7778	1.595	6.977	8.571	0.066
Bidens sp.	6667	1.367	9.302	10.669	0.059
Bouteloua sp.	53333	10.934	6.977	17.911	0.242
Brickellia veronicifolia	3333	0.683	2.326	3.009	0.034
Cenchrus echinatus	22222	4.556	2.326	6.881	0.141
Chloris sp.	22222	4.556	2.326	6.881	0.141
Croton pottsii	2222	0.456	2.326	2.781	0.025
Dichondra argentea	35556	7.289	9.302	16.592	0.191
Drymaria glandulosa	2222	0.456	2.326	2.781	0.025
Eragrostis sp.	51111	10.478	9.302	19.781	0.236
Euphorbia indivisa	43333	8.884	4.651	13.535	0.215
Guilleminea densa	3333	0.683	2.326	3.009	0.034
Gymnosperma glutinosum	12222	2.506	4.651	7.157	0.092
Loeselia coerulea	5556	1.139	2.326	3.465	0.051
Microchloa sp.	134444	27.563	11.628	39.191	0.355
Salsola kali subsp. tragus	15556	3.189	2.326	5.515	0.11
Salvia sp.	2222	0.456	2.326	2.781	0.025
Spermacoce verticillata	4444	0.911	2.326	3.237	0.043
Tagetes sp.	38889	7.973	2.326	10.298	0.202
Verbesina serrata	12222	2.506	4.651	7.157	0.092
Viguiera linearis	3333	0.683	2.326	3.009	0.034
Zaluzania angusta	5556	1.139	4.651	5.79	0.051
Total	487778	100	100	200	2.463

Riqueza específica (S)	22
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.463
Diversidad máxima (H max)	3.091
Equidad (J)	0.797
Diferencia de diversidad	0.628

4.2.2.2.2.4 Estrato de Cactáceas

El índice de Shannon-Wiener calculado para este grupo fue de 1.524, que indica diversidad media para este estrato; la diversidad potencial fue de 1.946, lo que indica que faltan 0.421 puntos para que este estrato obtenga su máxima diversidad. Por su parte, el valor de equidad indica que este estrato está cercano a ser equitativo (0.783) en cuanto a la distribución de las especies.

Para el análisis por especie se tiene que los individuos que presentan el índice de valor de importancia más alto son el nopal chamacuelo (*Opuntia tomentosa*) con 58.556, el nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) con 50.251 y el cardenche (*Cylindropuntia imbricata*) con 41.555, con una abundancia por hectárea de 78, 56 y 38 individuos respectivamente. Asimismo, estas especies resultaron con los valores más altos de densidad relativa con 38.043, 27.174 y 18.478. Para el caso de la frecuencia relativa, el valor más alto (23.077) corresponde al nopal cardón (*Opuntia streptacantha*) y al cardenche (*Cylindropuntia imbricata*).

Por otro lado, las especies que resultaron con el índice de valor de importancia más bajo son la biznaga (*Mammillaria uncinata*) y el nopal (*Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri*) con 6.125 y 12.584, con una abundancia por hectárea de 10 y 2 individuos respectivamente. Asimismo, estas especies resultaron con los valores más bajos de densidad relativa (1.087 y 4.891) y frecuencia relativa de 5.182 y 7.692.

Tabla 4-12 Estrato de cactáceas

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de valor de importancia	Índice de Shannon-Wiener
Cylindropuntia imbricata	38	18.478	23.077	41.555	0.312
Mammillaria uncinata	2	1.087	5.128	6.215	0.049
Opuntia engelmannii subsp. lindheimeri	10	4.891	7.692	12.584	0.148
Opuntia jaliscana	16	7.609	7.692	15.301	0.196
Opuntia robusta	6	2.717	12.821	15.538	0.098
Opuntia streptacantha	56	27.174	23.077	50.251	0.354
Opuntia tomentosa	78	38.043	20.513	58.556	0.368
Total	204	100	100	200	1.524

Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.524
Diversidad máxima (H max)	1.946
Equidad (J)	0.783
Diferencia de diversidad	0.421

4.2.2.2.3 Predio donde se pretende la construcción del proyecto

De acuerdo al tipo de vegetación Matorral Crassicaule, se determinaron los tres estratos encontrados y se presentan a continuación la descripción de cada uno.

Estrato arbóreo

De acuerdo a los datos obtenidos en los 7 sitios de muestreo dentro del predio donde se pretende la realización del proyecto, se destaca que se obtuvo una riqueza de 2 especies, siendo el sitio 7 en el que se obtuvo un mayor número de individuos (15).

De las especies registradas *Prosopis laevigata* fue la especie más abundante con un total de 15 individuos, además de haber sido la que se registró en la mayoría de los sitios de muestreo. No se registró ninguna especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, referente a especies en estatus de protección.

Tabla 4-13 Estrato arbóreo en el predio

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	Abundancia
Acacia schaffneri	Huizache chino	No	4	5	5			4		18
Prosopis laevigata	Mezquite	No		4	3	9	7		15	38
	Total		4	9	8	9	7	4	15	**56**

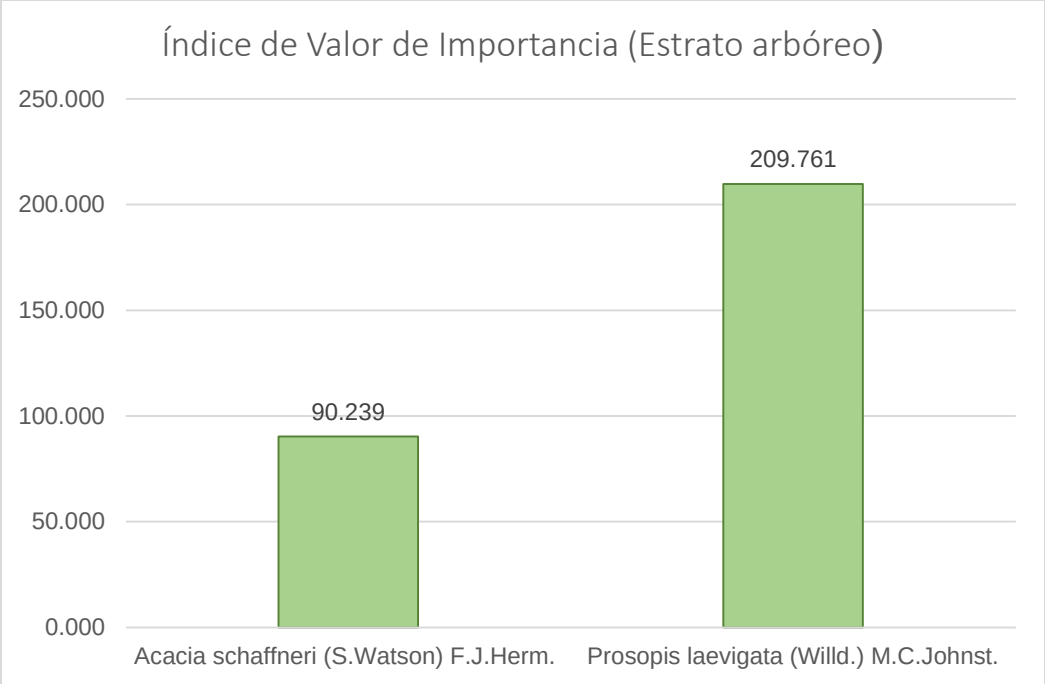


Imagen 4-25 Índice de valor de importancia en estrato arbóreo en el predio

4.2.2.2.3.1 Estrato arbustivo

De acuerdo a los datos obtenidos en los 7 sitios de muestreo se destaca que se obtuvo una riqueza de 19 especies, siendo el sitio 3 en el que se obtuvo un mayor número de individuos (2375).

De las especies registradas *Zaluzania angusta* fue la especie más abundante con un total de 2007 individuos, además de haber sido la que se registró en la mayoría de los sitios de muestreo. No se registró ninguna especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, referente a especies en estatus de protección.

Tabla 4-14 Estrato arbustivo en el predio

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	Abundancia
Acacia farnesiana	Huizache	No	1	1			1			3
Acacia schaffneri	Huizache chino	No	2					4	6	12
Adenophyllum sp.	Cempasúchil	No				1				1
Artemisia ludoviciana	Estafiate	No					1			1
Baccharis pteronioides	Hierba del golpe	No						5		5
Brickellia veronicifolia	Estrellita	No					1	41	7	49
Buddleja sp. 1		No					1			1

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	Abundancia
Buddleja scordioides	Salvilla	No		10	125		1		1	137
Croton sp.		No		3						3
Galinsoga quadriradiata	Estrellita	No	4	2		5		11		22
Gymnosperma glutinosum	Limpia tunas	No	32	94	375	12		72	2	587
Hyptis albida	Salvia	No	1							1
Lantana camara	Lantana	No	3			2				5
Mimosa monancistra	Gatuño	No	20	25	125	8	2	60	31	271
Mirabilis viscosa	Maravillita	No						3		3
Prosopis laevigata	Mezquite	No		1				2	13	16
Salsola kali subsp. *tragus*	Rodadora	No		5					6	11
Verbesina serrata	Vara blanca	No	139	21	125	8		17	21	331
Zaluzania angusta	Cenicilla	No	83	51	1625	58	13	144	33	2007
	Total		285	213	2375	94	20	359	120	3466

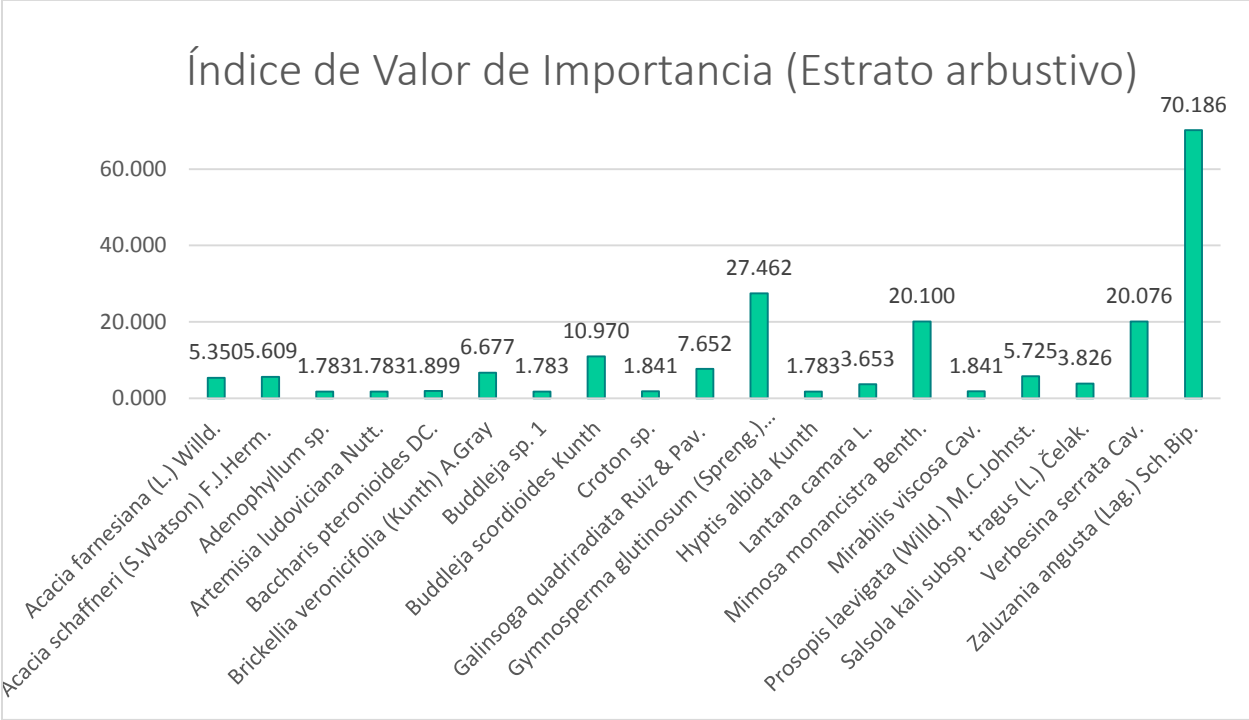


Imagen 4-26 Índice de valor de importancia en estrato arbustivo en predio

4.2.2.2.3.2 Estrato herbáceo

De acuerdo a los datos obtenidos en los 7 sitios de muestreo se destaca que se obtuvo una riqueza de 13 especies, siendo el sitio 1 en el que se obtuvo un mayor número de individuos (164).

De las especies registradas *Microchloa kunthii* fue la especie más abundante con un total de 264 individuos, además de haber sido la que se registró en la mayoría de los sitios de muestreo. No se registró ninguna especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, referente a especies en estatus de protección.

Imagen 4-27 Estrato herbáceo en el predio

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	Abundancia
Adenophyllum sp.	Cempasúchil	No		3						3
Bidens sp.	Aceitilla	No	3	8				2	8	21
Bouteloua sp.		No				1				1
Brickellia veronicifolia	Estrellita	No			6					6
Buddleja sp. 2		No	6							6
Cenchrus echinatus		No		40		1			4	45
Dichondra argentea	Oreja de ratón plateado	No	9							9
Eragrostis sp.		No	5	1		1	1	15		23
Guilleminea densa	Rosa de castilla cimarrona	No	11			3				14
Microchloa sp.		No	70			65	70	9	50	264
Soliva anthemifolia		No	60	5		1	5			71
Tagetes sp.		No							3	3
Zaluzania angusta	Cenicilla	No			8					8
	Total		164	57	14	72	76	26	65	**474**

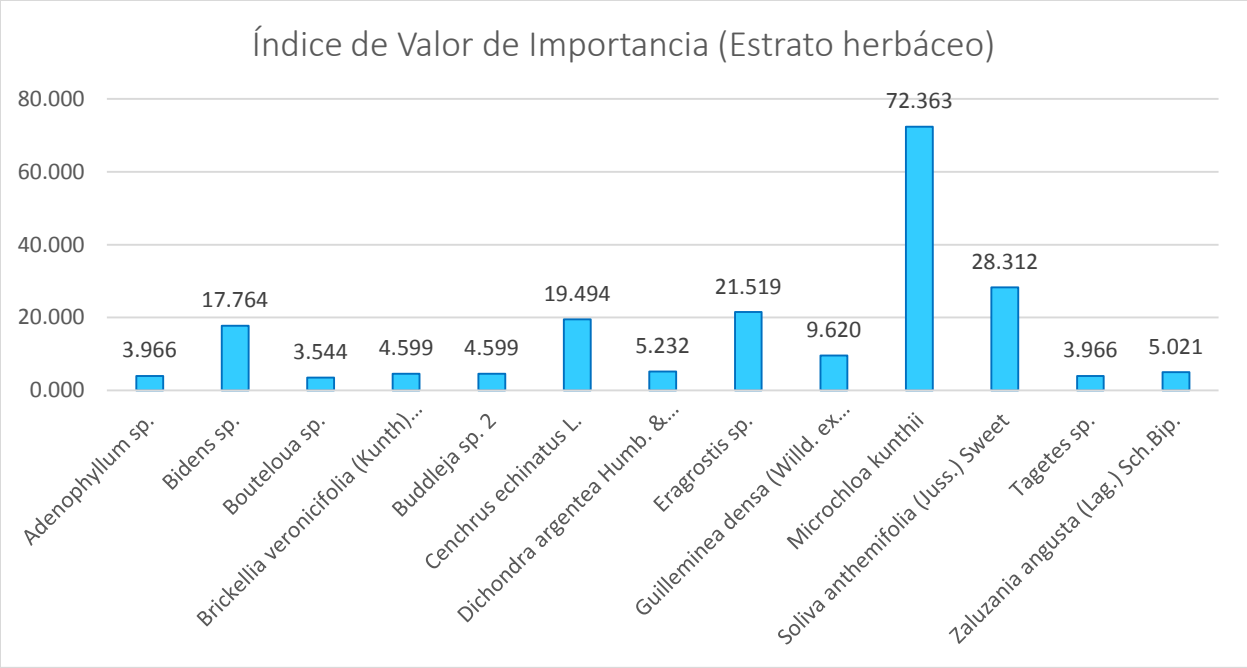


Imagen 4-28 Índice de valor de importancia de estrato herbáceo en predio

4.2.2.2.3.3 Cactáceas

Referente a este estrato, de los 7 sitios de muestreo se destaca que se obtuvo una riqueza de 7 especies, siendo el sitio 5 en el que se obtuvo un mayor número de individuos (41).

De las especies registradas *Opuntia streptacantha* fue la especie más abundante con un total de 66 individuos, además de haber sido la que se registró en la mayoría de los sitios de muestreo. No se registró ninguna especie enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, referente a especies en estatus de protección.

Tabla 4-15 Cactáceas en el predio

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	Abundancia
Cylindropuntia imbricata	Cardenche		2	4		3	3	14	12	38
Mammillaria uncinata	Biznaga							2		2
Opuntia engelmannii subsp. *lindheimeri*	Nopal					6	4	6		16
Opuntia jaliscana	Nopal		13							13
Opuntia robusta	Nopal		3				4		1	8
Opuntia streptacantha	Nopal cardón		11	12	6	7	17	4	9	66

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	Abundancia
Opuntia tomentosa	Nopal chamacuelo		8	1		1	13	1	7	31
	Total		37	17	6	17	41	27	29	**174**

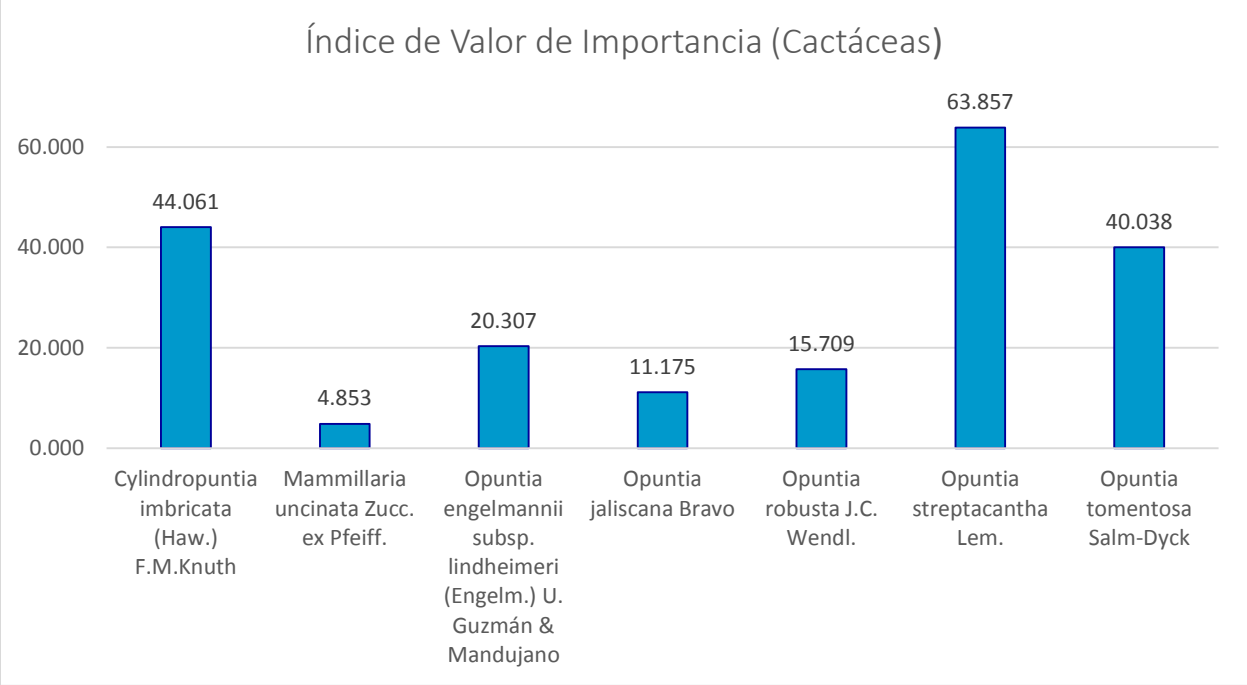


Imagen 4-29 Índice de valore de importancia de cetáceas en predio

Una vez que se obtuvieron los datos de cada uno de los sitios de muestreo dentro del área donde se pretende la implementación del proyecto, se procedió a estimar los índices de diversidad de flora, los cuales se presentan a continuación para los tres estratos (especies arbóreas, arbustivas y herbáceas), así como para el grupo de las cactáceas.

4.2.2.2.4 Cálculo de Índices de biodiversidad en sitios de muestreo

4.2.2.2.4.1 Estrato arbóreo

En los registros de campo se registraron dos especies para el estrato arbóreo, pertenecientes a la Familia Fabaceae, resultando un total de 56 individuos dentro de los 7 sitios de muestreo.

La especie más abundante dentro del predio es *Prosopis laevigata* con una estimación de 54 individuos por hectárea, además de ser la especie con la mayor frecuencia relativa, lo que la convierte en la especie con mayor índice de importancia y mayor índice de dominancia relativa.

Por otro lado, la especie *Acacia schaffneri* presenta el índice de valor de importancia más bajo para este estrato.

Dentro de este grupo no se registraron ejemplares de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección.

De acuerdo con los cálculos de diversidad se obtuvo que para el estrato arbóreo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de 0.628, con una H' máxima de 0.693, lo que indica que en este ecosistema se podría esperar una diversidad de árboles más alta en términos de riqueza de especies y la equidad que plantea dicho índice.

Tabla 4-16 Índices de biodiversidad de estrato arbóreo

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Índice de Valor de Importancia	Índice de Shannon-Wiener
Acacia schaffneri	26	32.143	44.444	13.652	90.239	0.365
Prosopis laevigata	54	67.857	55.556	86.348	209.761	0.263
Total	80	100	100	100	300	0.628

Riqueza específica (S)	2
Índice de Shannon-Wiener (H')	0.628
Diversidad máxima (H'max)	0.693
Equidad (J')	0.906
Diferencia (H'max – H')	0.065

4.2.2.2.4.2 Estrato arbustivo

En los registros de campo se tienen 19 especies para el estrato arbustivo, pertenecientes a 8 familias, resultando un total de 3466 individuos dentro de los 7 sitios de muestreo.

La especie más abundante dentro del predio es *Zaluzania angusta* con una estimación de 5734 individuos por hectárea, además de ser la especie con la mayor frecuencia relativa, lo que la convierte en la especie con mayor Índice de Valor de Importancia. Por otro lado, las especies *Adenophyllum* sp., *Artemisia ludoviciana* y *Hyptis albida* presentan el índice de valor de importancia más bajo para este estrato (1.783).

Dentro de este grupo no se registraron ejemplares de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección.

De acuerdo con los cálculos de diversidad se obtuvo que para el estrato arbustivo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de 1.370, con una H' máxima de 2.944, que indica diversidad mediana y con equidad media en cuanto a la distribución de las especies.

Tabla 4-17 Índices de biodiversidad de estrato arbustivo

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia	Índice de Shannon-Wiener
Acacia farnesiana	9	0.087	5.263	5.350	0.006
Acacia schaffneri	34	0.346	5.263	5.609	0.020
Adenophyllum sp.	3	0.029	1.754	1.783	0.002
Artemisia ludoviciana	3	0.029	1.754	1.783	0.002
Baccharis pteronioides	14	0.144	1.754	1.899	0.009
Brickellia veronicifolia	140	1.414	5.263	6.677	0.060
Buddleja sp. 1	3	0.029	1.754	1.783	0.002
Buddleja scordioides	391	3.953	7.018	10.970	0.128
Croton sp.	9	0.087	1.754	1.841	0.006
Galinsoga quadriradiata	63	0.635	7.018	7.652	0.032
Gymnosperma glutinosum .	1677	16.936	10.526	27.462	0.301
Hyptis albida	3	0.029	1.754	1.783	0.002
Lantana camara	14	0.144	3.509	3.653	0.009
Mimosa monancistra	774	7.819	12.281	20.100	0.199
Mirabilis viscosa	9	0.087	1.754	1.841	0.006
Prosopis laevigata	46	0.462	5.263	5.725	0.025
Salsola kali subsp. *tragus*	31	0.317	3.509	3.826	0.018
Verbesina serrata	946	9.550	10.526	20.076	0.224
Zaluzania angusta	5734	57.905	12.281	70.186	0.316
Total	9903	100.000	100.000	200.000	1.370

Riqueza específica (S)	19
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.370
Diversidad máxima (H'max)	2.944
Equidad (J')	0.465

Diferencia (H'max – H')	1.574

4.2.2.2.4.3 Estrato herbáceo

En los registros de campo se tienen 13 especies para el estrato herbáceo, pertenecientes a 5 familias, resultando un total de 474 individuos dentro de los 7 sitios de muestreo.

La especie más abundante dentro del predio es *Microchloa kunthii* con una estimación de 377,143 individuos por hectárea, además de ser la especie con la mayor frecuencia relativa, lo que la convierte en la especie con mayor Índice de Valor de Importancia. Por otro lado, la especie *Bouteloua* sp. presenta el índice de valor de importancia más bajo para este estrato (3.544).

Dentro de este grupo no se registraron ejemplares de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección.

De acuerdo con los cálculos de diversidad se obtuvo que para el estrato herbáceo el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de 1.555, con una H' máxima de 2.565, lo que indica que en este ecosistema se podría esperar una diversidad más alta en términos de riqueza de especies y la equidad que plantea dicho índice.

Tabla 4-18 Índices de biodiversidad de estrato herbáceo

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia	Índice de Shannon-Wiener
Adenophyllum sp.	4286	0.633	3.333	3.966	0.032
Bidens sp.	30000	4.430	13.333	17.764	0.138
Bouteloua sp.	1429	0.211	3.333	3.544	0.013
Brickellia veronicifolia	8571	1.266	3.333	4.599	0.055
Buddleja sp. 2	8571	1.266	3.333	4.599	0.055
Cenchrus echinatus	64286	9.494	10.000	19.494	0.224
Dichondra argentea	12857	1.899	3.333	5.232	0.075
Eragrostis sp.	32857	4.852	16.667	21.519	0.147
Guilleminea densa	20000	2.954	6.667	9.620	0.104
Microchloa kunthii	377143	55.696	16.667	72.363	0.326
Soliva anthemifolia	101429	14.979	13.333	28.312	0.284
Tagetes sp.	4286	0.633	3.333	3.966	0.032
Zaluzania angusta	11429	1.688	3.333	5.021	0.069

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia	Índice de Shannon-Wiener
Total	677143	100.000	100.000	200.000	1.555

Riqueza específica (S)	13
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.555
Diversidad máxima (H'max)	2.565
Equidad (J')	0.606
Diferencia (H'max – H')	1.010

4.2.2.2.4.4 Cactáceas

En los registros de campo se tienen 7 especies para el grupo de las cactáceas, pertenecientes a la familia Cactaceae, resultando un total de 174 individuos dentro de los 7 sitios de muestreo.

La especie más abundante dentro del predio es *Opuntia streptacantha* con una estimación de 94 individuos por hectárea, además de ser la especie con la mayor frecuencia relativa, lo que la convierte en la especie con mayor Índice de Valor de Importancia. Por otro lado, la especie *Mammillaria uncinata* presenta el índice de valor de importancia más bajo para este grupo (4.853).

Dentro de este grupo no se registraron ejemplares de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de protección.

De acuerdo con los cálculos de diversidad se obtuvo que para el grupo de las cactáceas el índice de diversidad de Shannon-Wiener presenta un valor de 1.613, con una H' máxima de 1.946, lo que indica que el predio es medianamente diverso y las especies se encuentran bien distribuidas en número.

Tabla 4-19 Índices de biodiversidad de estrato cactáceas

Nombre científico	Abundancia por hectárea	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia	Índice de Shannon-Wiener
Cylindropuntia imbricata	54	21.839	22.222	44.061	0.332
Mammillaria uncinata	3	1.149	3.704	4.853	0.051

Opuntia engelmannii subsp. *lindheimeri*	23	9.195	11.111	20.307	0.219
Opuntia jaliscana	19	7.471	3.704	11.175	0.194
Opuntia robusta	11	4.598	11.111	15.709	0.142
Opuntia streptacantha	94	37.931	25.926	63.857	0.368
Opuntia tomentosa	44	17.816	22.222	40.038	0.307
Total	249	100.000	100.000	200.000	1.613

Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.613
Diversidad máxima (H'max)	1.946
Equidad (J')	0.829
Diferencia (H'max – H')	0.332

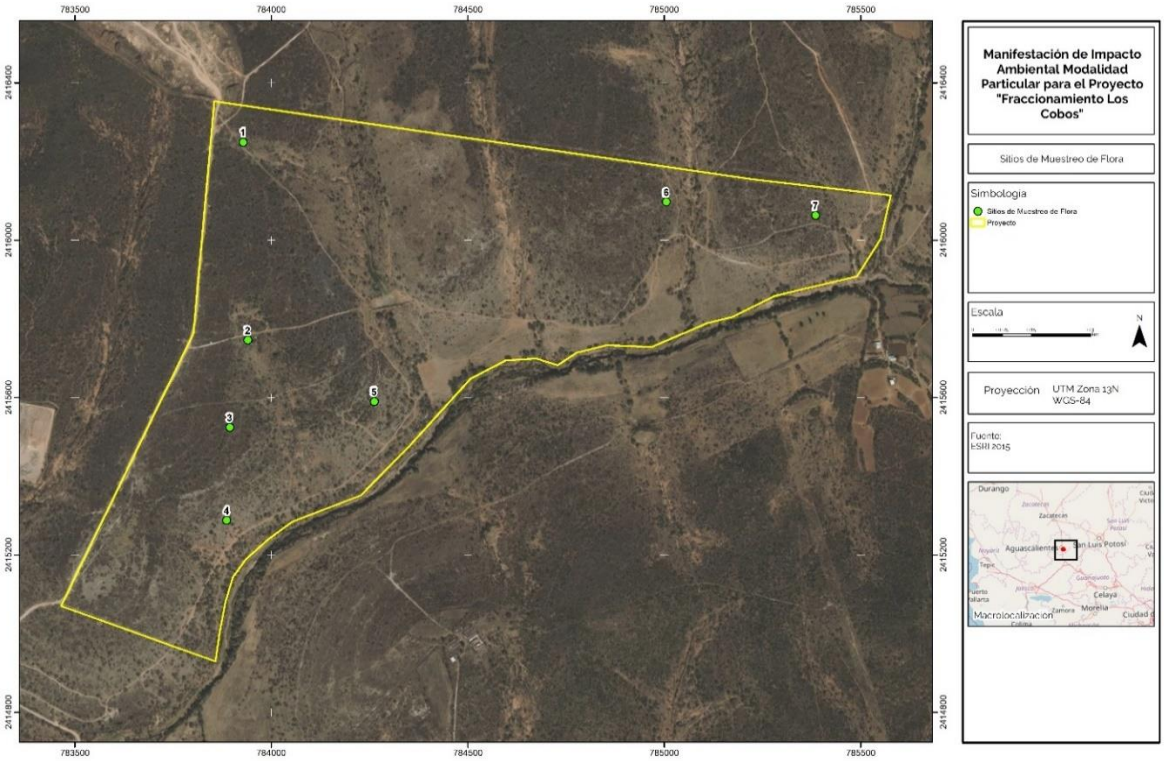


Imagen 4-30 Sitios de muestreo de flora en el área de proyecto

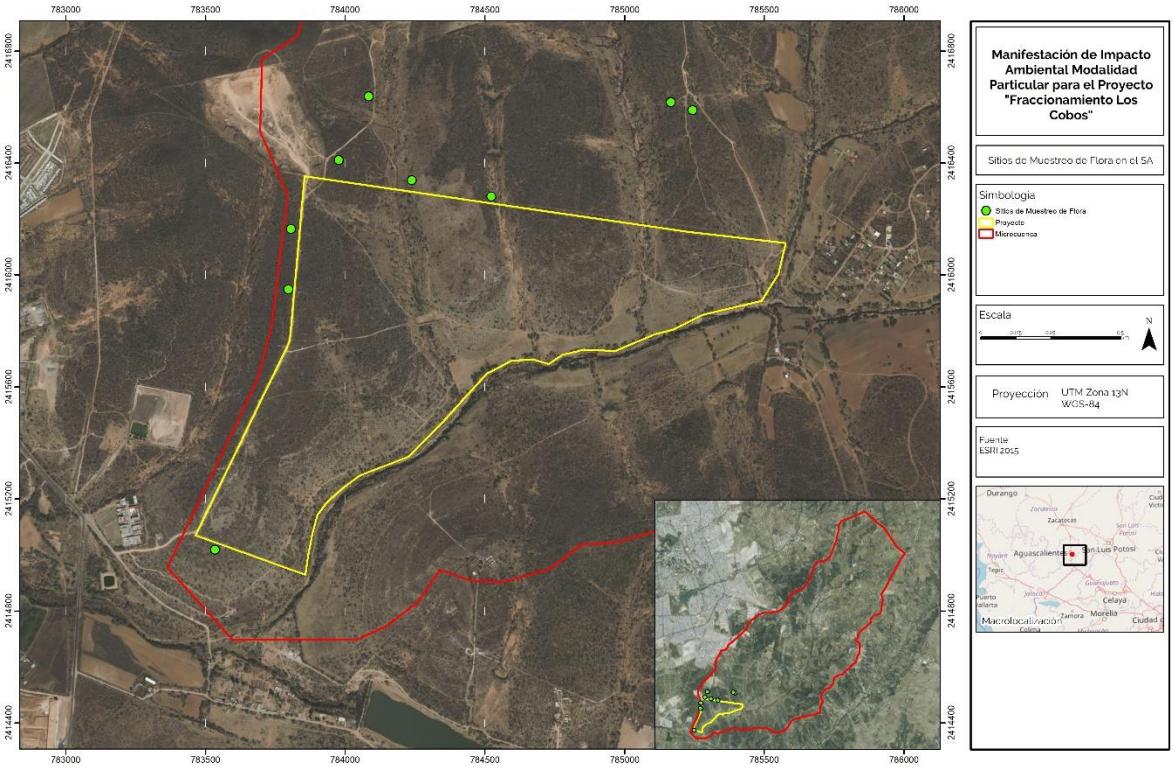


Imagen 4-31 Sitios de muestreo de flora en el SA

4.2.3 Fauna

A nivel mundial, una de las regionalizaciones faunísticas más aceptadas es la propuesta por Sclater y Wallace en 1876, la cual divide a América en dos grandes regiones: Neártica y Neotropical, cuyos límites se encuentran precisamente en territorio mexicano y siguen, de manera muy irregular la línea del Trópico de Cáncer. La región Neotropical, al sur de esta línea, incluye dentro de su fauna característica a marsupiales (zarigüeya), camélidos (llamas) y perisodáctilos (tapir). Por su parte la región Neártica, al norte de esta línea irregular y en la cual se encuentra el SA bajo estudio, la fauna se caracteriza de grandes bóvidos (bisonte) y cérvidos (alce). La región Neártica abarca la mayor parte de Norteamérica, incluso zonas áridas y semiáridas de Estados Unidos y el Centro y Norte de México, así como las zonas templadas y frías de las Sierras Madre Oriental y Occidental; y las Sierras Volcánicas del Centro del país. En México los principales ecosistemas que caracterizan esta Bioregión son los matorrales desérticos, chaparral, pastizal, matorrales semiáridos, bosques templados y matorrales asociados, incluido el matorral crassicaule.

Con respecto a la fauna típica de tales ecosistemas, se compone principalmente de: oso negro (*Ursus americanus*), tejón de Norteamérica (*Taxidea taxus*), lince (*Lynx* sp.), lobo (*Canis lupus*), venado cola negra o bura (*Odocoileus hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadienses*), berrendo (*Antilocarpa americana*), rata canguro (*Dipodomys* spp.), perrito de la pradera (*Geomys* spp.), correcaminos (*Geococcys* spp.) y camelón o tepayatzin (*Phrynosoma* spp.).

El estado de Aguascalientes cuenta con una superficie de 5,680.33 kilómetros cuadrados, que representa el 0.3% de la superficie total del territorio nacional. Se localiza en la zona Neártica cercana al límite con la Neotropical, lo que favorece la presencia de diversos paisajes, en los que se desarrollan tipos de vegetación como bosques, pastizales, mezquitales, matorrales y selva baja caducifolia. En cuanto a la fauna silvestre, dentro del estado, la ictiofauna dulceacuícola comprende 20 especies, de las cuales 6 son nativas y 14 son introducidas. En cuanto a especies de anfibios, dentro del estado se reportan 17 especies, correspondientes a 8 familias, de las cuales 5 se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo. Para el caso de los reptiles, se reportan 50 especies, 4 de ellas son exóticas, ubicadas en 12 familias. Se reportan hasta el momento 240 especies de aves, ubicada en 52 familias. Para el grupo de los mamíferos se reportan 78 especies pertenecientes a 19 familias.

4.2.3.1 Anfibios

Aunque limitados por su alta dependencia de cuerpos de agua para su reproducción, este detalle no es un impedimento para que los anfibios tengan una amplia distribución por todos los hábitats de agua dulce, con excepción de las zonas más frías o áridas del planeta, así como en algunas islas oceánicas. Actualmente se tienen reportadas 5,948 especies: 5,227 corresponden al Orden Anura; 548 al Orden Caudata y 173 pertenecen al Orden Gymnophiona (Fros *et al.,* 2006).

En nuestro país están presentes 361 especies de anfibios, de los cuales 231 son del Orden Anura; 128 al Orden Caudata y 2 al Orden Gymnophiona (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). La diversidad de anfibios en nuestro país, en comparación con el resto del continente americano, es de tal magnitud que México es el quinto lugar en número de especies después de países como Brasil, Colombia, Ecuador, y Perú (Young *et al.*, 2004).

En el estado de Aguascalientes están presentes dos de los tres órdenes de anfibios: Anura (ranas y sapos) y Caudata (salamandras). Hasta el momento se tienen registradas 17 especies de anfibios en el estado, y sólo una de ellas es exótica. Los anfibios de la entidad se encuentran agrupados en ocho familias, Bufonidae y Ranidae con cuatro especies cada una; Hylidae con tres; Brachycephalidae con dos; y Microhylidae, Scaphiopodidae, Ambystomatidae y Plethodontidae con una solo especie cada una (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). La rana toro (*Lithobates catesbeianus*) es la única especie exótica. 47% (ocho especies) de los anfibios de Aguascalientes son endémicos del México. Destaca la rana de madriguera o sapo pinto (*Smilisca dentata*) por ser endémica del centro del país, con una distribución restringida a una pequeña área de ubicada al sur de Aguascalientes y noreste de Jalisco.

Las comunidades de anfibios están conformadas principlamente por los grupos herpetofaunísticos del desierto chihuahuense y Eje Neovolcánico. La mayoría de las especies tienen una amplia distribución en el estado, sólo algunas pocas, como *Smilisca dentata, Lithobates neovolcanicus, Pseudoeurycea bellii* tienen una distribución limitada a zonas muy particulares del estado.

4.2.3.2 Reptiles

En el mundo existen más de 8,200 especies de reptiles, de las cuales 95% pertenecen al grupo Lepidosauria, menos del 4% son tortugas y aproximadamente 1% corresponde a las 23 especies de cocodrilos conocidos (Uetz, 2005). Estas cifras se incrementan continuamente con el descubrimiento de nuevas especies. Sin embargo, esta riqueza de especies no es equitativa en todo el planeta, y algunas regiones tienen el privilegio de concentrar riquezas excepcionales, como es el caso de México.

En nuestro país se tienen reportadas 47 especies de tortugas, tres de cocodrilos, 388 lagartijas, 363 son serpientes y tres de anfisbénidos, sumando 804 especies (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). Esto significa que México alberga aproximadamente al 10% de reptiles a nivel mundial y lo coloca, junto con Australia, como uno de los dos países más diversos del planeta en lo que se refiere a reptiles.

Para el estado de Aguascalientes Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005) reportan un total de 55 especies, sin embargo, con los cambios taxonómicos recientes, los nuevos registros y la continua

introducción de especies exóticas se ha incrementado la cifra a 60. Cuatro de estas son exóticas. Las especies de reptiles del estado comprenden el 7.46% de las especies conocidas para el país. Esta riqueza está distribuida en 12 familias: Sauria (lagartijas): Anguidae (3 especies), Gekkonidae (2), Phrynosomatidae (12), Polychrotidae (1), Scincidae (1) y Teiidae (1). Serpentes (serpientes): Colubridae (19 especies), Elapidae (1), Typhlopidae (1) y Viperidae (6). Testudines (tortugas): Emydidae (1 especie) y Kinosternidae (2). Del total de reptiles presentes en Aguascalientes, 43.33% (26 especies son endémicas de México.

La comunidad de reptiles presentes en el estado de Aguascalientes es una mezcla de varios grupos herpetofaunísticos; la mayor contribución la otorga el Desierto Chihuahuense y el Eje Neovolcánico; en menor grado se encuentra representada la herpetofauna de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y la originaria de las tierras bajas de Pacífico. Esta mezcla de comunidades herpetofaunísticas es resultado de la ubicación del estado de Aguascalientes, localizado entre dos grandes regiones naturales: la Meseta del Norte y Meseta Central (Flores-Villela, 1988).

Aunque existe una importante diversidad de especies en el estado, su aprovechamiento se realiza a nivel regional. Las especies que con mayor frecuencia se comercializan son las serpientes de cascabel (*Crotalus* sp.). De manera casual también llegan a comercializarse algunas especies de tortugas y culebras.

El comercio de especies nativas de reptiles del estado no es un problema grave comparado con la destrucción de los ecosistemas naturales, causada por la enorme demanda de tierras de cultivo, ganadería, industria y asentamientos humanos, así como la tala de los pocos bosques que existen en Aguascalientes. La destrucción ambiental ha propiciado que muchas especies con una amplia distribución hoy se encuentren en pocas localidades y en peligro de desaparecer. Como ejemplos se pueden citar a los camaleones (*Phrynosoma orbiculare* y *P. modestum*), algunos ánguidos (*Gerrhonotus liocephalus*), los chivitos (*Anolis nebulosus*) o serpientes como la coralillo (*Microrus distans*).

4.2.3.3 Aves

En los años ochenta se iniciaron los estudios por parte de investigadores y estudiantes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y continúan hasta la actualidad. Entre ellos se puede mencionar el de Ayala y García (1983) que estudiaron la avifauna de Aguascalientes; De la Riva (1993) resumió la información de las aves del Estado, haciendo hincapié en la avifauna de la Sierra Fría; De la Riva (1993) realizó el estudio de aves de la zona semiárida de Aguascalientes; Pérez *et al.* (1996) publicaron una guía de las aves de Aguascalientes; Franco *et al.* (1999) dieron a conocer los avances del estudio de la avifauna en el área protegida Sierra Fría; Quintero y Vázquez (1999) efectuaron el estudio de aves del Río Gil, Calvillo; De la Riva *et al.* (2000) estudiaron la Serranía El Muerto; De la Riva *et al.* (2000) llevaron a cabo la investigación sobre los vertebrados del área natural protegida Sierra Fría; De la Riva y Franco (2001) realizaron el estudio de la avifauna de la Sierra del Laurel y sierras El Pinal, Calvillo; De la Riva y Franco (2006) compararon la avifauna de la Estación Biológica Agua Zarca y el ejido Miguel Hidalgo, San José de Gracia; De la Riva y Franco (2006) están estudiando la avifauna asociada a los cuerpos de agua del estado de Aguascalientes; y recientemente Lozano-Román (2007) realizó una guía de aves de la presa El Cedazo en la ciudad de Aguascalientes.

La diversidad de aves en las diferentes regiones del estado no es homogénea debido a que está influenciada por factores como la vegetación, el clima, la topografía y las estaciones del año. Los estudios realizados toman en cuenta dichos factores y otros aspectos como la vegetación y el clima, así como algún atributo del hábitat ambiental y/o la diversidad específica que presenta la zona. Hasta el momento se conoce la existencia de 240 especies, distribuidas en 18 órdenes, 52 familias, 29 subfamilias y 172 géneros (De la Riva y Franco, 2006).

En la zona semiárida, la cual se localiza en la porción este y noreste del estado, la vegetación que la caracteriza es matorral crassicaule (mezquite, huizache y nopaleras). La avifauna está representada por 83 especies, de las cuales 49 son residentes y 34 migratorias, están distribuidas en diez órdenes, 24 familias, 7 subfamilias y 71 géneros (De la Riva, 1993). Las especies dominantes en esta zona fueron la paloma huilota (*Zenaida macroura*), la matraca (*Campylorhynchus brunneicapillus*), el gorrión torito (*Pooecetes gramineus*). Por estaciones se observó que las

especies residentes como la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), cuitlacoche (*Toxostoma curvirostre*), paloma huilota (*Zenaida macroura*) y la matraca grande (*Campylorhynchus brunneicapillus*) fueron más abundantes en primavera, verano y otoño. El invierno estuvo mejor representado por especies migratorias como gorriones (*Ammodramus savannarum*, *Pooecetes gramineus*) y verdines (*Dendroica coronata, D. nigrescens* y *D. graciae*).

4.2.3.4 Mamíferos

El Estado de Aguascalientes se encuentra dentro de la Provincia Mastogeográfica Zacatecana que comprende la zona del Altiplano y la Mesa del Centro. Los mamíferos de Aguascalientes se han estudiado desde principios del siglo XX, siendo los primeros trabajos realizados por científicos extranjeros quienes llevaron a cabo colectas durante su paso por la entidad. A partir de la década de los sesenta fue que los científicos mexicanos empezaron a estudiar la mastofauna en el estado, destacando los trabajos de Villa (1966), Urbano *et al*. (1987), Ramírez Pulido *et al*. (1982, 1983, 1990, 2005), López-Wilches y López (1998) y Ceballos y Olivia (2005). Asimismo, a principios de los años ochenta se iniciaron estudios por parte de maestros, investigadores y alumnos de la carrera de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, destacando los estudios de Espinosa (1981), Proa (1982), De la Riva (1984, 1989, 1993, 2006), De la Riva et al. (2000), De la Torre y de la Riva (2004), Cortés y de la Riva (2004), y Rodríguez (2006).

Aguascalientes tiene potencialmente alrededor de 90 especies (Hall, 1981; De la Riva, 1993), de las cuales solamente se han descrito 78 y 83% (65 especies) se encuentra depositada en la Colección Mastozoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (De la Riva, 2006).

La distribución de los mamíferos en el estado está fuertemente relacionada con los diferentes tipos de vegetación, topografía y clima. Para la zona semiárida, la cual está constituida por vegetación de matorral desértico micrófilo y matorral crasicaule. Los mamíferos presentes son: coyote, gato montés, zorrillos, ardillas, varias especies de ratones bolsudos, rata canguro, rata magueyera, ratón insectívoro, diversas especies de ratones de patas blancas, rata del algodón y murciélagos orejas de mula (Hall, 1981; Proa, 1982; De la Riva, 1989).

4.2.4 Muestreo de Fauna

4.2.4.1 Sistema Ambiental

Tomando en consideración el número de especies y el número de individuos de cada especie, se estimaron los índices de Shannon-Wiener y Pieleu.

4.2.4.1.1 Herpetofauna

Dentro del SA se registraron 11 especies, de los cuales 8 son anfibios y 3 son reptiles, de estas, la lagartija escamosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*) y la víbora de cascabel (*Crotalus scutulatus*) se encuentran en la categoría Sujeta a protección especial, así como el cincuate (*Pituophis deppei*) en la categoría de Amenazada, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De la herpetofauna registrada el cincuate (*Pituophis deppei*) y la lagartija espinosa (*Sceloporus spinosus*) tienen una distribución restringida al país, es decir, son endémicas.

Tabla 4-20 Herpetofauna en el SA

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	*Craugastor augusti*	Rana ladradora	Sin categoría
	Anaxyrus cognatus	Sapo de espuelas	Sin categoría
	Spea multiplicata	Sapo montícola	Sin categoría
Reptiles	*Masticophis taeniatus*	Chirrionera	Sin categoría
	Pituophis deppei	Cincuate	Amenazada
	Holbrookia maculata	Perrila de arena	Sin categoría
	Phrynosoma modestum	Camaleón	Sin categoría
	Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa del mezquite	Sujeta a protección especial
	Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa	Sin categoría
	Aspidoscelis gularis	Huico pinto	Sin categoría
	Crotalus scutulatus	Víbora de cascabel	Sujeta a protección especial

En cuanto a anfibios, el sapo montícola (*Spea multiplicata*) presentó el valor más alto de abundancia relativa (58.333) mientras que la rana ladradora (*Craugastor augusti*) y el sapo de

espuelas (*Anaxyrus cognatus*) tienen la abundancia relativa más baja (26.667 y 25.00 respectivamente).

Tabla 4-21 Abundancia relativa de anfibios

Nombre científico	Nombre común	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	No. de individuos	Abundancia relativa
Craugastor augusti	Rana ladradora			1			1			2	16.667
Anaxyrus cognatus	Sapo de espuelas		2				1			3	25.000
Spea multiplicata	Sapo montícola	3				2			2	7	58.333
	Total	3	2	1	0	2	2	0	2	12	100.000

Para el caso de los reptiles, la lagartija escamosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*) y el huico pinto (*Aspidoscelis gularis*) presentaron la abundancia relativa más alta, ambas con un valor de 20.0, mientras que la víbora de cascabel (C*rotalus scutulatus*) tiene la abundancia relativa más baja (1.250).

Tabla 4-22 Abundancia relativa de reptiles

Nombre científico	Nombre común	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	No. de individuos	Abundancia relativa
Masticophis taeniatus	Chirrionera		1				2			3	3.75
Pituophis deppei	Cincuate			2				2		4	5
Holbrookia maculata	Perrila de arena	2		6	1			5		14	17.5
Phrynosoma modestum	Camaleón	3		2		5	1	3		14	17.5
Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa del mezquite	1	5		2	3			5	16	20
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa			4		6			2	12	15
Aspidoscelis gularis	Huico pinto	4	3		2		4		3	16	20
Crotalus scutulatus	Víbora de cascabel				1					1	1.25
	Total	10	9	14	6	14	7	10	10	80	100

4.2.4.1.2 Ornitofauna

En el muestro dentro del SA se registraron 32 especies de aves, de estas, la aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) se encuentran en la categoría Sujeta a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De las aves registradas el colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*) y el tirano gritón (*Tyrannus vociferans*) tienen una distribución semiendémica, lo que quiere decir que se restringen a México solamente durante una parte de su ciclo anual (González-García y Gómez-de Silva, 2003).

Tabla 4-23 Ornitofauna en el SA

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	Sin categoría	No endémica
Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Sujeta a protección especial	No endémica
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Sin categoría	No endémica
Columbiformes	*Columba livia*	Paloma	Sin categoría	No endémica
Columbiformes	*Columbina inca*	Tórtola	Sin categoría	No endémica
Columbiformes	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	Sin categoría	No endémica
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	Sin categoría	No endémica
Corvidae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	Sin categoría	No endémica
Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos	Sin categoría	No endémica
Emberizidae	*Pipilo fuscus*	Toquí pardo	Sin categoría	No endémica
Emberizidae	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	Sin categoría	No endémica
Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión de ceja blanca	Sin categoría	No endémica
Emberizidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión de corona blanca	Sin categoría	No endémica
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	Sin categoría	No endémica
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Sin categoría	No endémica
Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	Sin categoría	No endémica
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Sin categoría	No endémica
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Alcaudón verdugo	Sin categoría	No endémica
Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche de pico curvo	Sin categoría	No endémica
Parulidae	*Dendroica coronata*	Chipe coronado	Sin categoría	No endémica
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	Sin categoría	No endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	Sin categoría	No endémica
Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	Sin categoría	No endémica
Sylvidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	Sin categoría	No endémica
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	Sin categoría	Semiendémica
Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador	Sin categoría	No endémica
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	Sin categoría	No endémica
Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Chivirín saltaroca	Sin categoría	No endémica
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	Sin categoría	No endémica
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	Sin categoría	No endémica
Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	Sin categoría	No endémica
Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	Sin categoría	Semiendémica

De las 32 especies se obtuvo un total de 385 registros, de los cuales 38 corresponden a al pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), que fue la especie con una mayor abundancia relativa registrada dentro del SA (9.610), seguida de la tórtola (*Columbina inca*) con una abundancia relativa de 7.792, correspondiente a los 30 individuos registrados. Mientras que la aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*) presentó la menor abundancia relativa con un valor de 0.260, lo anterior debido a que únicamente se registró un individuo al interior de la unidad de análisis.

Tabla 4-24 Abundancia relativa de Ornitofauna

Nombre científico	Nombre común	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	R 1	R 2	R 3	R 4	No. de individuos	Abundancia relativa
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja		1					1						2	0.519
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra				1									1	0.26
Coragyps atratus	Zopilote común	1				1								2	0.519
Columba livia	Paloma	5	2	6	1		4	4	2					24	6.234
Columbina inca	Tórtola	7	2	5		4	1	5	4		1		1	30	7.792
Zenaida macroura	Paloma huilota	2		4		4		3	2					15	3.896
Corvus corax	Cuervo común	2		3	1		1	3	1					11	2.857
Quiscalus mexicanus	Zanate		4			1		2						7	1.818
Geococcyx californianus	Correcaminos	4	2	3	4	5	2		4					24	6.234
Pipilo fuscus	Toquí pardo	1	5		4	1		3		2	1		1	18	4.675
Spizella atrogularis	Gorrión barba negra	4		6		2	2	4	1		1			20	5.195

Nombre científico	Nombre común	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	R 1	R 2	R 3	R 4	No. de individuos	Abundancia relativa
Spizella passerina	Gorrión de ceja blanca		2	4		1			6			1	2	16	4.156
Zonotrichia leucophrys	Gorrión de corona blanca		1	1	3							1		6	1.558
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos			2			1		2					5	1.299
Falco sparverius	Cernícalo americano	2		1				1						4	1.039
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	7	3	1	6	4	1	7	4	1		1	2	37	9.61
Hirundo rustica	Golondrina tijereta		4		5		3	1	2					15	3.896
Lanius ludovicianus	Alcaudón verdugo			3	1			2						6	1.558
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche de pico curvo	4		7	5	2	3	1	6					28	7.273
Dendroica coronata	Chipe coronado							3				1		4	1.039
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto	4		3		1	2	3	1					14	3.636
Picoides scalaris	Carpintero mexicano		1	1			2		2					6	1.558
Auriparus flaviceps	Baloncillo		1				1							2	0.519
Sialia mexicana	Azulejo garganta azul			2	1			1			1			5	1.299
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	2			1			1		1				5	1.299
Selasphorus rufus	Zumbador		1			1			1			1		4	1.039
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	1		3			5		1					10	2.597
Salpinctes obsoletus	Chivirín saltaroca		2		2		3	1						8	2.078
Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño	5		3		6		4			1	1		20	5.195
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal		1				1							2	0.519
Sayornis saya	Papamoscas llanero	4	1	1	3	2	1	1	3			2	1	19	4.935
Tyrannus vociferans	Tirano gritón	3	2			4			4	2				15	3.896
	Total	58	35	59	38	39	33	51	46	6	5	8	7	385	100

4.2.4.1.3 Mastofauna

Dentro del SA se registraron 14 especies de mamíferos, destacando que ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De las especies registradas, el ratón (*Peromyscus difficilis*) tiene una distribución restringida al país, lo que significa que es una especie endémica.

Tabla 4-25 Mastofauna en el SA

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Sin categoría	No endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	Sin categoría	No endémica
Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago sacóptero	Sin categoría	No endémica
Heteromyidae	*Chaetodipus nelsoni*	Ratón de abazones	Sin categoría	No endémica
Heteromyidae	*Dipodomys ordii*	Rata canguro	Sin categoría	No endémica
Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre de cola negra	Sin categoría	No endémica
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	Sin categoría	No endémica
Muridae	*Baiomys taylori*	Ratón pigmeo norteño	Sin categoría	No endémica
Muridae	*Peromyscus difficilis*	Ratón	Sin categoría	Endémica
Muridae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón	Sin categoría	No endémica
Muridae	*Reithrodontomys fulvescens*	Ratón cosechero	Sin categoría	No endémica
Mustelidae	*Spilogale gracilis*	Zorrillo manchado	Sin categoría	No endémica
Sciuridae	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de roca	Sin categoría	No endémica
Vespertilionidae	*Myotis thysanodes*	Murciélago bordado	Sin categoría	No endémica

De las 14 especies se obtuvo un total de 131 registros, de los cuales 28 corresponden al ratón (*Peromyscus difficilis*), por lo que fue la especie con una mayor abundancia relativa registrada dentro del SA, con un valor de 21.374, seguida del conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 19 organismos registrados y una abundancia relativa de 14.504. Mientras que el zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) presentan la menor abundancia relativa con un valor de 0.763, debido a que dentro del SA únicamente se tuvo registro de un individuo.

Tabla 4-26 Abundancia relativa de mastofauna

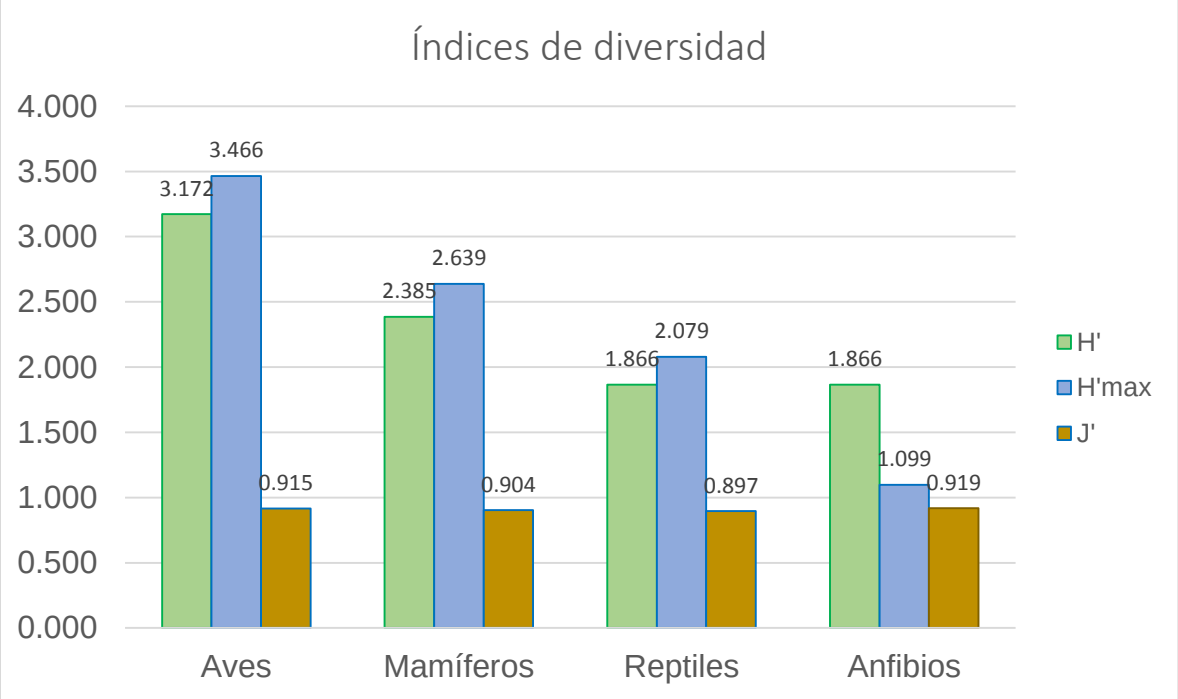
Nombre científico	Nombre común	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	R 1	R 2	R 3	R 4	No. de individuos	Abundancia relativa
Canis latrans	Coyote		1		2		3	2						8	6.107
Didelphis virginiana	Tlacuache		1	2		1		3						7	5.344
Balantiopteryx plicata	Murciélago sacóptero										1		1	2	1.527
Chaetodipus nelsoni	Ratón de abazones		1		2		1							4	3.053
Dipodomys ordii	Rata canguro	1		2		1		3						7	5.344
Lepus californicus	Liebre de cola negra	3	1		3		2		4					13	9.924
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto	2	1	4	3		5	4						19	14.504

Nombre científico	Nombre común	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	R 1	R 2	R 3	R 4	No. de individuos	Abundancia relativa
Baiomys taylori	Ratón pigmeo norteño	2			2		4		1					9	6.87
Peromyscus difficilis	Ratón	6	3	4	1	4	5	3	2					28	21.374
Peromyscus maniculatus	Ratón		4	1		5	2		1					13	9.924
Reithrodontomys fulvescens	Ratón cosechero		1		3		3	2						9	6.87
Spilogale gracilis	Zorrillo manchado			1										1	0.763
Spermophilus variegatus	Ardillón de roca	2		2			1		3					8	6.107
Myotis thysanodes	Murciélago bordado										1	2		3	2.29
	Total	16	13	16	16	11	26	17	11	0	2	2	1	131	100

Considerando los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener, el grupo de las aves es tiene la diversidad más alta con un valor de 3.172, debido a que fue el grupo que tuvo la mayor cantidad de registros (385) y de especies (32). Por el contrario el grupo de los anfibios fue el menos diverso con un índice de 0.960, debido a que es el que presenta la riqueza específica más baja (3 especies) y la que tiene la menor cantidad de registros (12), lo anterior a causa de ser un grupo que requiere condiciones de humedad específicas, así como cuerpos de agua para poder llevar a cabo su ciclo reproductivo, situación que no es favorable por las condiciones ambientales, principalmente de precipitación.

En cuanto a la equidad, que se refiere a la relación que existe entre la diversidad real y la diversidad máxima, el grupo de las aves fue el que obtuvo el mayor valor, debido a que este fue el que presentó la mayor cantidad de individuos y de especies, que se refleja en una diversidad alta, la cual es cercana a la máxima posible. Caso contrario, el grupo de los anfibios, representado por 12 individuos distribuidos en 3 especies, presenta un índice de equidad de 0.873, el cual es más bajo en comparación con los valores obtenidos por los otros grupos faunísticos debido a la cantidad de especies y el número de individuos reportados para cada una de ellas, los cuales no se distribuyen de manera uniforme.

Grupo	H’	Hmax	J’
Aves	3.172	3.466	0.915
Anfibios	0.96	1.099	0.873
Reptiles	1.866	2.079	0.897
Mamíferos	2.385	2.639	0.904



4.2.4.2 Predio donde se pretende realizar el proyecto

Una vez analizando la información de número de especies y número de individuos de cada una dentro de la superficie en la que se pretende llevar a cabo el proyecto, se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Pieleu; los resultados más representativos se presentan a continuación.

4.2.4.2.1 Herpetofauna

Dentro del predio, se identificaron 6 especies de reptiles y una de anfibios, de las cuales, la lagartija escamosa del mezquite *Sceloporus grammicus* (Phrynosomatidae) y la víbora de cascabel *Crotalus*

scutulatus (Viperidae) se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial. De las especies registradas, la lagartija espinosa (*Sceloporus spinosus*) es endémica del país.

Tabla 4-27 Herpetofauna en el predio

Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
REPTILES	Colubridae	*Masticophis taeniatus*	Chirrionera	SC
	Phrynosomatidae	*Phrynosoma modestum*	Camaleón	SC
	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija escamosa del mezquite	Sujeta a protección especial
	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa	SC
	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto	SC
	Viperidae	*Crotalus scutulatus*	Víbora de cascabel	Sujeta a protección especial
ANFIBIOS	Scaphiopodidae	*Spea multiplicata*	Sapo montícola	SC

Referente a abundancia relativa, para anfibios sólo se registró una especie (*Spea multiplicata*) por lo que ocupa el 100% para este grupo con una abundancia absoluta de 3 individuos. Por su parte el huico pinto (*Aspidoscelis gularis*) fue el que presentó el valor más alto para reptiles (26.531), mientras que la víbora de cascabel (*Crotalus scutulatus*) fue la que presentó el valor menor (2.041) en este grupo faunístico.

Tabla 4-28 Abundancia relativa de herpetofauna en el predio

Nombre Científico	Nombre común	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Abundancia	Abundancia Relativa
Masticophis taeniatus	Chirrionera			2		1		3	6.122
Phrynosoma modestum	Camaleón		3	3	1		4	11	22.449
Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa del mezquite	2	3	1	1		4	11	22.449
Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa		4		3	3		10	20.408
Aspidoscelis gularis	Huico pinto	3		3	5	2		13	26.531
Crotalus scutulatus	Víbora de cascabel						1	1	2.041
	Total	5	10	9	10	6	9	49	100

4.2.4.2.2 Ornitofauna

De las 20 especies encontradas dentro del predio, ninguna de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 referente a especies en algún estatus de protección; sin embargo se registró el colibrí pico ancho (Cynanthus latirostris) y el tirano gritón (Tyrannus vociferans) los cuales presentan distribución de tipo semiendémica, lo cual significa que tales aves viven exclusivamente en una región durante cierta temporada del año; es decir se restringen a México solamente en una parte de su ciclo anual (González-García y Gómez-De Silva, 2003).

Tabla 4-29 Ornitofauna en el predio

Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	SC	No endémica
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	SC	No endémica
Columbiformes	*Columba livia*	Paloma	SC	No endémica
Columbiformes	*Columbina inca*	Tórtola	SC	No endémica
Columbiformes	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	SC	No endémica
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	SC	No endémica
Corvidae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	SC	No endémica
Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos	SC	No endémica
Emberizidae	*Pipilo fuscus*	Toquí pardo	SC	No endémica
Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión de ceja blanca	SC	No endémica
Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	SC	No endémica
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	SC	No endémica
Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	SC	No endémica
Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche de pico curvo	SC	No endémica
Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	SC	No endémica
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	SC	Semiendémica
Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	SC	No endémica
Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquero lampiño	SC	No endémica
Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	SC	No endémica
Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	SC	Semiendémica

La especie más abundante registrada fue el mosquero lampiño (*Camptostoma imberbe*) con 19 registros de los 199 que se tuvieron de las 20 especies que corresponde a una abundancia relativa de 9.548, seguido de la tórtola (*Columbina inca*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), cuitlacoche de pico curvo (*Toxostoma curvirostre*) y papamoscas llanero (*Sayornis saya*), todos ellos con abundancia relativa de 7.035 y 14 avistamientos; por otro lado la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) fue la que menor abundancia relativa presentó (0.503) con un avistamiento.

Tabla 4-30 Abundancia relativa de Ornitofauna en el predio

Nombre Científico	Nombre común	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Red 1	Red 2	Red 3	Abundancia	Abundancia Relativa
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja			1							1	0.503
Coragyps atratus	Zopilote común		1				1				2	1.005
Columba livia	Paloma	2	2	1	4	3	5				17	8.543
Columbina inca	Tórtola	4	3	1	4		1	1			14	7.035
Zenaida macroura	Paloma huilota	1	3	4	2	1	3				14	7.035
Corvus corax	Cuervo común	1		3	4		1				9	4.523
Quiscalus mexicanus	Zanate	4	2		2		1				9	4.523
Geococcyx californianus	Correcaminos	2	1	1	3	4	1				12	6.030
Pipilo fuscus	Toquí pardo		4	2		3		1		1	11	5.528
Spizella passerina	Gorrión de ceja blanca	2			6		2				10	5.025
Caracara cheriway	Caracara quebrantahuesos	1			1		1				3	1.508
Falco sparverius	Cernícalo americano		1			1					2	1.005
Carpodacus mexicanus	Pinzón mexicano	3	4		2		3		2		14	7.035
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche de pico curvo	3	6	2		2	1				14	7.035
Melanerpes uropygialis	Carpintero del desierto		3	1	2	3					9	4.523
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	1		1				1		1	4	2.010
Campylorhynchus brunneicapillus	Matraca del desierto	2	1		4	1			1		9	4.523
Camptostoma imberbe	Mosquero lampiño	3	4	2		8		1	1		19	9.548
Sayornis saya	Papamoscas llanero	2	3	1	4	2	2				14	7.035
Tyrannus vociferans	Tirano gritón	2	4		1	2				3	12	6.030
	Total	33	42	20	39	30	22	4	4	5	199	100

4.2.4.2.3 Mastofauna

Se registraron 9 especies de este grupo taxonómico de las cuales no se reporta ninguna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en algún estatus de protección; las especies reportadas son de amplia distribución, la mayoría en Norteamérica; a excepción del ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*) el cual se reporta como endémico de las Zonas serranas de México desde el Norte de Chihuahua hasta Oaxaca (UICN, 2008).

Tabla 4-31 Mastofauna en el predio

Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	SC	No endémica
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	SC	No endémica
Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre de cola negra	SC	No endémica
Leporidae	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	No endémica
Muridae	*Peromyscus difficilis*	Ratón	SC	Endémica
Muridae	*Peromyscus maniculatus*	Ratón	SC	No endémica
Mustelidae	*Spilogale gracilis*	Zorrillo manchado	SC	No endémica
Sciuridae	*Spermophilus variegatus*	Ardillón de roca	SC	No endémica
Vespertilionidae	*Myotis thysanodes*	Murciélago bordado	SC	No endémica

Se ubicaron 64 individuos distribuidos en 9 especies de este grupo faunístico, de los cuales, los ratones *Peromyscus difficilis* y *Peromyscus maniculatus*, ambos con 13 registros y de abundancia relativa 20.313 (la más alta del grupo) fueron los más abundantes durante el muestreo, seguidos del conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con 12 registros y abundancia relativa de 18.7502; por otro lado, el zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) fue el que presentó la abundancia relativa menor (1.563) con un solo avistamiento.

Tabla 4-32 Abundancia relativa de mastofauna en el predio

Nombre Científico	Nombre común	1	2	3	4	5	6	ed 1	ed 2	ed 3	Abundancia	Abundancia Relativa
Canis latrans	Coyote										4	6.250

Nombre Científico	Nombre común	1	2	3	4	5	6	ed 1	ed 2	ed 3	Abundancia	Abundancia Relativa
Didelphis virginiana	Tlacuache										5	.813
Lepus californicus	Liebre de cola negra										7	0.938
Sylvilagus audubonii	Conejo del desierto										12	18.750
Peromyscus difficilis	Ratón										13	0.313
Peromyscus maniculatus	Ratón										13	0.313
Spilogale gracilis	Zorrillo manchado										1	.563
Spermophilus variegatus	Ardillón de roca										7	0.938
Myotis thysanodes	Murciélago bordado										2	.125
	Total	4	1	1	1		1				64	100

Según la información obtenida del cálculo de los índices de diversidad, el grupo faunístico de aves es el que resultó con la diversidad más alta con 2.838 ya que es el que tuvo más registros (199) y más especies (20); en el caso de los anfibios, únicamente se reportó la presencia de una especie con tres avistamientos lo que resulta en los índices con valor de cero; el grupo de mamíferos y

reptiles obtuvieron valores intermedios (1.991 y 1.598, respectivamente) con 9 y 6 especies cada uno. La época del año en que se realizó el muestreo, la estacionalidad del clima entre otros factores, pudieron haber repercutido en los resultados obtenidos en el muestreo, debido a que muchas aves migratorias viajan desde Norteamérica a finales del otoño buscando sitios más cálidos; algunas especies de anfibios sólo se activan durante la temporada de lluvias, por lo que fuera de ella es difícil encontrarlos.

Con respecto a la equidad, el grupo de aves obtuvo el mayor valor ya que es el grupo que más especies e individuos registró (20 y 199. Respectivamente), seguido de mamíferos (9 y 64, respectivamente). Caso extremo contrario es el de anfibios que al registrarse solo una especie, el índice de equidad resultó en cero.

Tabla 4-33 Índices de diversidad y equidad en el predio

Grupo	Índice		
	Shannon-Wiener	H'max	Equidad
Aves	2.838	2.996	0.947
Mamíferos	1.991	2.197	0.906
Reptiles	1.598	1.792	0.892
Anfibios	0.000	0.000	0

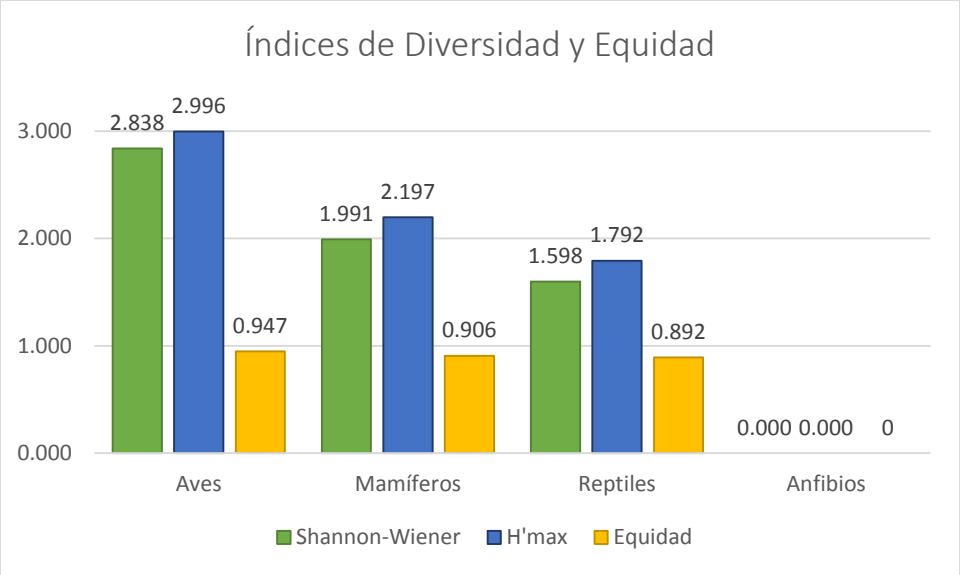


Tabla 4-34 Grafico de Índices de diversidad y equidad

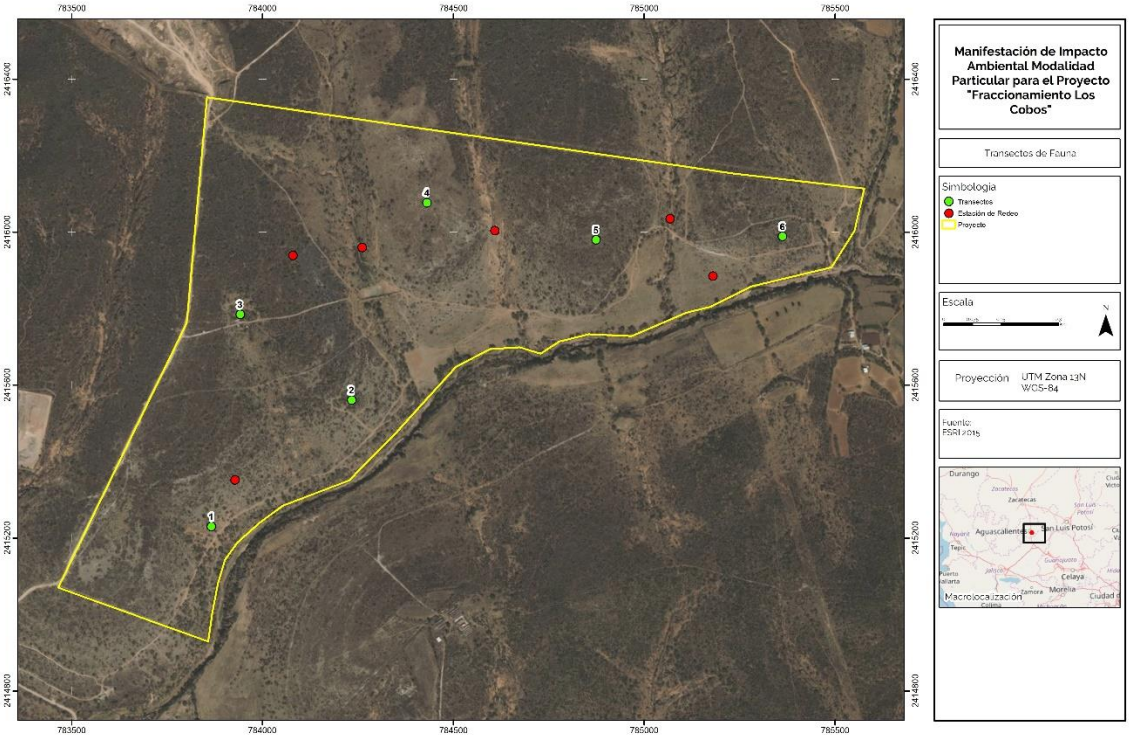


Imagen 4-32 Transectos en el Predio

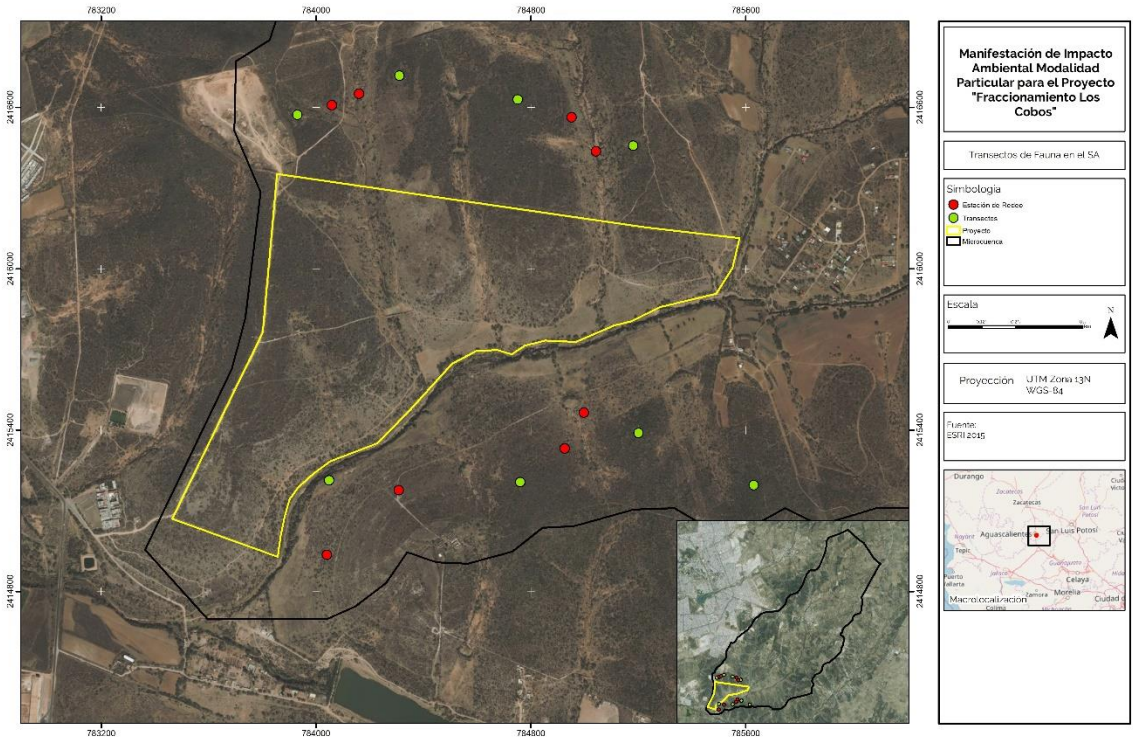


Imagen 4-33 Transectos en el SA

4.3 Medio social de la cuenca

Una obra de infraestructura urbana es un componente primordial y una condición necesaria para el desarrollo económico y social. Es un factor que permite la integración de diferentes sectores de población, permitiendo el desarrollo de las ciudades mediante la generación de empleos, brindando oportunidades de desarrollo a la población.

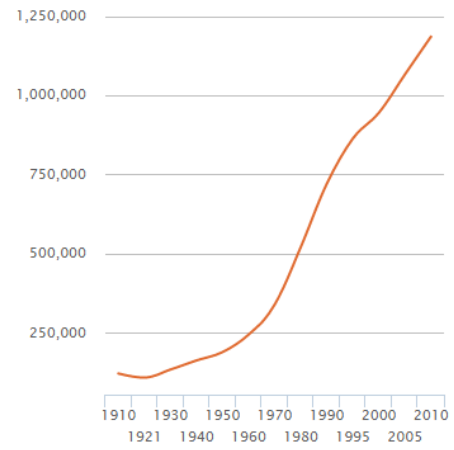
El estado de Aguascalientes se localiza en el centro de la República Mexicana, su extensión territorial es de 5,680.33 kilómetros cuadrados, que corresponde al 0.3% de la superficie nacional. La entidad está integrada por once municipios, siendo su capital la ciudad de Aguascalientes. Su densidad de población es de 211 habitantes por kilómetro cuadrado, ocupando el quinto lugar a nivel nacional de acuerdo a INEGI (2010).

El proyecto no sólo brindará beneficios directos a aquellas personas que buscan tener una vivienda cercana a la ciudad de Aguascalientes, sino también a aquellos pobladores de las zonas aledañas al proyecto que busquen nuevas oportunidades de empleo, que se verá reflejado en el incremento de los ingresos de las familias.

4.3.1 Demografía

4.3.1.1.1 Población

Aguascalientes tiene 11 municipios y una población de 1,312,544 habitantes, lo que representa el 1.1% del país; el 81% de la población es urbana y el 19% rural.



Fuente:
INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda

Clave del municipio	Municipio	Habitantes (año 2015)
001	Aguascalientes	877 190
002	Asientos	46 464
003	Calvillo	56 048
004	Cosío	15 577
005	Jesús María	120 405
006	Pabellón de Arteaga	46 473
007	Rincón de Romos	53 866
008	San José de Gracia	8 896
009	Tepezalá	20 926
010	El Llano	20 245
011	San Francisco de los Romo	46 454

FUENTE: INEGI. Encuesta Intercensal 2015. Consultar

Imagen 4-34 Conteo de Población en el municipio de Aguascalientes

Del total de la población en el estado, 374, 237 son niños y niñas de 0 a 14 años, lo que representa el 32% de la población de esta entidad. De acuerdo con los censos realizados entre 1900 a 2010, así como la Encuesta Intercensal en 2015 muestran el crecimiento de la población en el estado; de acuerdo con la siguiente gráfica, en el año de 1930 a 1960 el número de habitantes creció moderadamente, y a partir de 1960 se registró un crecimiento poblacional importante.

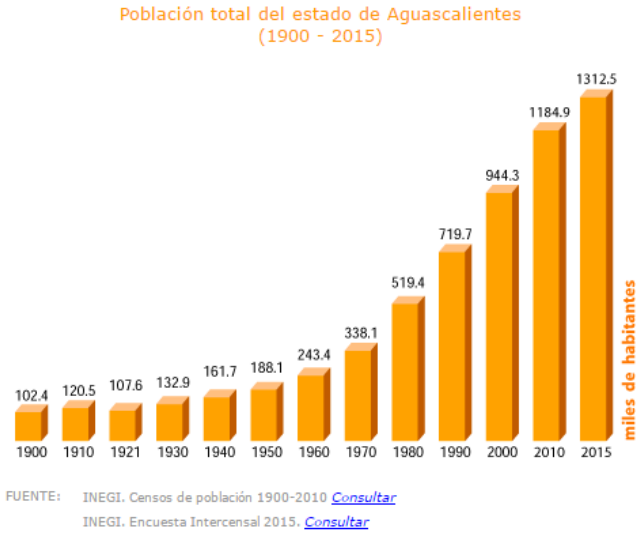


Imagen 4-35 Población total en el estado de Aguascalientes

La esperanza de vida para el 2015 es de 73.5 para hombres y 78.3 para las mujeres. Asimismo, para el año 2013 se registraron 26,434 nacimiento y 5,522 defunciones.

Aguascalientes ocupa el 27 lugar a nivel nacional por su número de habitantes, para el año 2015 en promedio viven 234 personas por kilómetro cuadrado, mientras que en comparación a nivel nacional hay 61 personas por kilómetro cuadrado

Imagen 4-36

4.3.1.1.2 Educación

En Aguascalientes, 3 de cada 100 personas de más de 15 años no saben leer ni escribir; 3.1 no tienen grado de escolaridad, 54.3 tienen la educación básica terminada, 21.8 finalizaron la educación media superior y 20.7 concluyeron la educación superior.

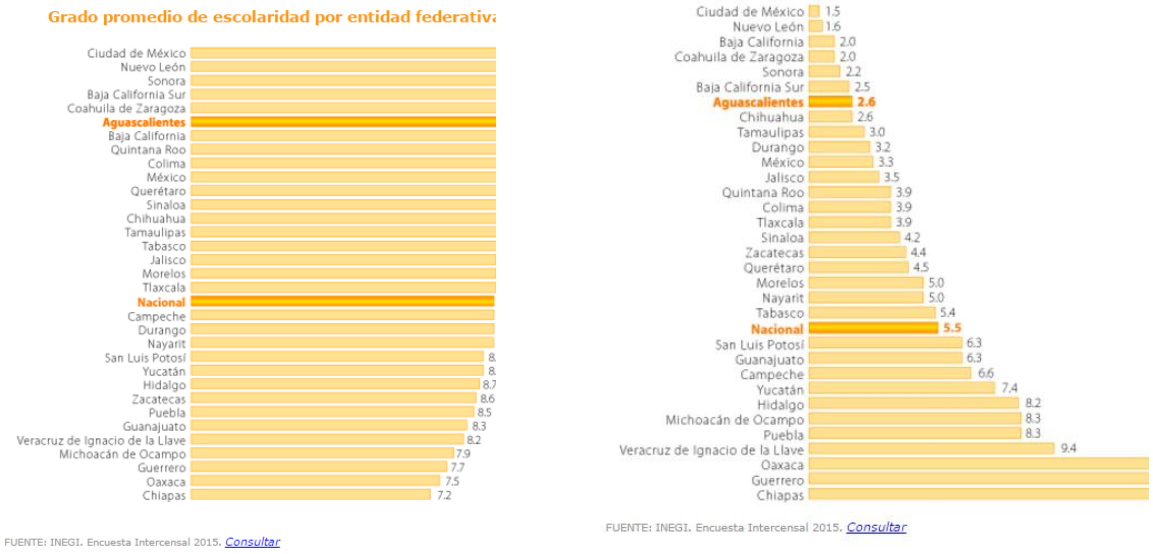


Imagen 4-37 Estadísticas de educación en el estado de Aguascalientes

Las lenguas indígenas más habladas en el estado son: Náhuatl, Mazahua, Huichol y Otomí. Hay 2,436 personas de 5 años y más que hablan una lengua indígena, lo que representa menos del 1%.

4.3.1.1.3 Vivienda

En el año 2015, en Aguascalientes hay 334,252 viviendas particulares de las cuales 94.5% disponen de agua entubada dentro de la vivienda, 99.6% cuentan con energía eléctrica y 97.4% disponen de drenaje conectado a la red pública.

Los hogares están conformados por personas que pueden ser o no familiares, que comparten la misma vivienda y se sostienen de un gasto común. En el 2015 el 26% (87, 578) de los hogares tienen jefatura femenina, es decir, están dirigidos por mujeres mientras que el 74% (247, 011) hogares tienen jefatura masculina.

Del total de los hogares el 90.35 es familiar y el 9.3% no es familiar.

En particular, en el municipio de Aguascalientes donde se ubica el proyecto, de acuerdo con el INEGI se tiene la siguiente información:

Tabla 4-35 Estadísticas de vivienda en el municipio de Aguascalientes

Viviendas particulares habitadas	Clase de vivienda particular				
	Casa[1]	Departamento en edificio	Vivienda en vecindad o cuartería	Otro tipo de vivienda[2]	No especificado
230,559	95.45	3.77	0.13	0.12	0.54
6,790	0.86	0.85	0.04	0.06	0.08

219,367	93.81	2.59	0.07	0.05	0.42
241,751	96.67	5.45	0.23	0.26	0.69
2.95	0.90	22.59	35.22	48.42	14.85
1.07	23.42	27.70	2.20	3.77	1.65

Viviendas particulares habitadas[1]	Disponibilidad de energía eléctrica		
	Disponen	No disponen	No especificado
230,292	99.78	0.20	0.02
6,776	0.05	0.04	0.01
219,123	99.69	0.14	0.01
241,461	99.84	0.29	0.05
2.94	0.05	21.74	63.67
1.07	1.29	1.31	1.07

Viviendas particulares habitadas[1]	Disponibilidad y tipo de sanitario											
	Disponen de servicio sanitario	Con taza de baño					Con letrina o pozo				No disponen de servicio sanitario	No especificado
		Total	Con descarga directa de agua	Admite agua con cubeta	No utiliza agua	No especificado	Total	Admite agua con cubeta	No utiliza agua	No especificado		
230,292	99.56	99.49	91.21	8.66	0.02	0.10	0.51	47.31	52.60	0.09	0.41	0.02
6,776	0.08	0.11	0.57	0.57	0.01	0.04	0.11	6.44	6.44	0.02	0.08	0.01
219,123	99.40	99.28	90.22	7.77	0.01	0.05	0.36	36.54	41.58	0.06	0.30	0.01
241,461	99.68	99.64	92.11	9.64	0.06	0.19	0.72	58.34	63.38	0.12	0.57	0.07
2.94	0.08	0.11	0.63	6.53	51.17	39.13	20.80	13.60	12.24	17.83	19.81	58.73
1.07	2.20	3.06	5.56	5.53	0.86	2.14	3.06	1.79	1.80	0.00	2.26	1.18

Viviendas particulares habitadas[1]	Disponibilidad de agua											
	Entubada			Por acarreo								No especificado
	Total	Dentro de la vivienda	Fuera de la vivienda, pero dentro del terreno	Total	De llave comunitaria	De otra vivienda	De una pipa	De un pozo	De un río, arroyo o lago	De la recolección de lluvia	No especificado	
230,292	99.30	97.52	2.48	0.66	4.65	76.18	8.44	6.94	0.00	0.00	3.80	0.04
6,776	0.10	0.27	0.27	0.09	2.06	3.85	2.04	2.51	0.00	0.00	1.55	0.02
219,123	99.12	97.04	2.08	0.52	2.19	69.15	5.60	3.75	0.00	0.00	1.90	0.02
241,461	99.44	97.92	2.96	0.84	9.59	82.02	12.54	12.49	0.00	0.00	7.44	0.09
2.94	0.10	0.27	10.76	14.30	44.32	5.05	24.14	36.13	0.00	0.00	40.92	52.45
1.07	1.85	4.04	4.04	1.89	1.23	1.05	0.69	1.26	0.00	0.00	0.85	1.46

	Disponen de drenaje	No disponen de drenaje	No especificado
	Lugar de desalojo		

Viviendas particulares habitadas[1]	Total	Red pública	Fosa séptica o tanque séptico (biodigestor)	Barranca o grieta	Río, lago o mar		
230,292	99.36	98.56	1.21	0.15	0.08	0.48	0.16
6,776	0.12	0.17	0.16	0.04	0.03	0.10	0.04
219,123	99.14	98.25	0.98	0.09	0.05	0.34	0.11
241,461	99.52	98.82	1.50	0.24	0.15	0.68	0.24
2.94	0.12	0.17	12.98	29.89	34.52	21.04	24.49
1.07	2.87	2.80	2.83	1.80	1.37	2.97	1.34

4.3.1.1.4 Ocupación y empleo

De las actividades económicas que se desarrollan en la región, el 4.08% corresponden a actividades primarias, el 47.99 a secundarias y el 47.92 a terciarias. Las actividades que más aportan al PIB es la industria manufacturera; destacando la producción de maquinaria y equipo.

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México 2008. Participación por actividad económica, en valores corrientes, 2014*
*Cifras preliminares. Consultar

Imagen 4-38 Actividades económicas que se desarrollan en el estado Aguascalientes

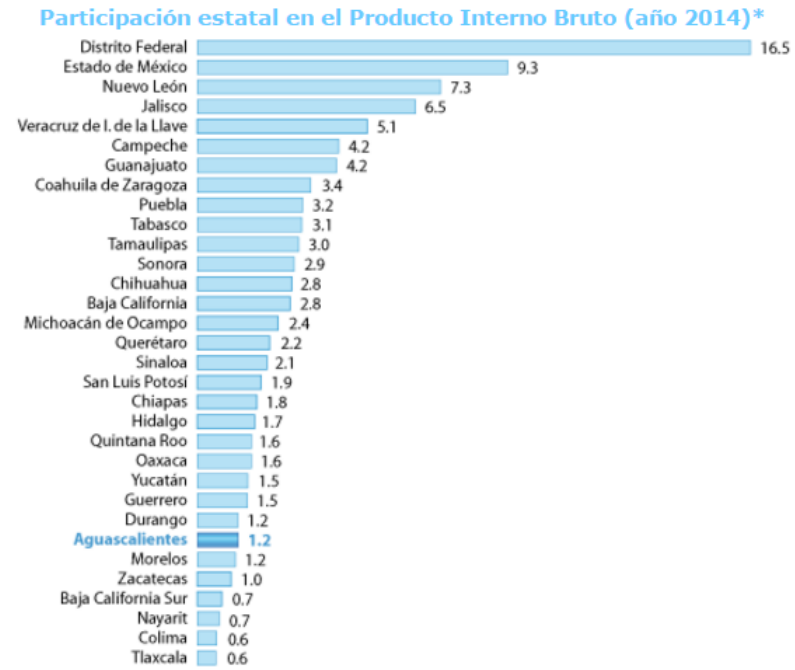
Aguascalientes ocupa de los primeros lugares en el sector primario de producción agrícola:

Principales productos agrícolas, 2009	Producción (Toneladas)	% en el total nacional	Lugar nacional
Guayaba	106 288	36.7	2° de 22
Ajo	3 981	7.1	3° de 19
Pastos	76 015	12.4	3° de 11

FUENTE: INEGI.Perspectiva Estadística. Serie por Entidad Federativa. México.
Consultar

Imagen 4-39 Producción agrícola en el estado de Aguascalientes

El país cuenta con 47, 449 unidades económicas, lo que representa el 1.1% del país. En el estado hay 269, 467 personas empleadas, de las cuales el 60% (161, 340) son hombres y 40% (108, 127) mujeres. La aportación al PIB de Aguascalientes en comparación con los demás estados de la república mexicana se muestra en la siguiente gráfica:



FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México 2008. Actividad económica total, 2014
Nota: La suma de los parciales puede no coincidir con el toral por el redondeo de las cifras.
*Cifras preliminares. Consultar

Imagen 4-40 Participación estatal en el Producto Interno Bruto

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPITULO V

Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;

AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

Contenido

5 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales del Sistema Ambiental. 5-206

5.1 Introducción y aspectos relevantes de la evaluación del impacto ambiental 5-206

5.2 Identificación y caracterización de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores. 5-208

5.2.1 Identificación de impactos ambientales relevantes durante la etapa de construcción del proyecto 5-213

5.3 Impactos ambientales adversos identificados para el proyecto 5-220

V.1 Evaluación de los impactos ambientales identificados. 5-226

5.4 Metodología cualitativa para evaluar aspectos clave del ecosistema 5-226

5.5 Impactos ambientales y su fragilidad ecológico en el SA 5-232

VII.1.1 Relieve 5-233

VII.1.2 Suelo 5-235

VII.1.3 Uso de suelo 5-237

VII.1.4 Pendiente 5-238

VII.2 Resultados 5-239

5.6 Presiones que inciden en la integridad funcional del SA 5-241

5.7 Metodología cuantitativa para evaluar aspectos clave del ecosistema 5-243

5 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales del Sistema Ambiental.

5.1 Introducción y aspectos relevantes de la evaluación del impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un proceso predictivo orientado la predicción, identificación e interpretación de los impactos ambientales potenciales asociados al desarrollo de un proyecto o actividad en general.

Todo proyecto que involucre, la construcción o acciones sobre un espacio definido del territorio conllevan una transformación tangible del medio biótico y abiótico. Estos cambios presentados como adversos o benéficos deben de ser cuantificados y evaluados de acuerdo a su magnitud e importancia.

El proceso de identificación de impactos ambientales, indudablemente debe de partir de una condición T0, donde se analizan las desviaciones potenciales de una condición actual y su proyección a futuro de acuerdo a las acciones requeridas. Estas interacciones deben de considerarse desde una escala local, hasta un sistema ambiental regional.

Existen varias metodologías para la evaluación del impacto ambiental. Todas ellas se establecen, bajo la misma lógica, que implica identificar, caracterizar, y evaluar interacciones, en este caso, desde las actividades de preparación del sitio, hasta la operación del proyecto, pasando por el cambio de uso de suelo y construcción.

Así, la identificación de impactos ambientales es un ejercicio que evalúa el grado en el que el proyecto se integra al entorno que le acoge exponiendo sus impactos ambientales los que, al concretarse en valores, permiten definir las variaciones ambientales esperadas por su construcción, operación y cierre en el ámbito geográfico definido por el sistema ambiental.

Para lograr lo anterior, es fundamental identificar las acciones del proyecto y los factores y subfactores ambientales que pueden resultar afectados de manera significativa por las obras y actividades inherentes a esta propuesta minera. De esta forma resulta posible definir y analizar las

interacciones, estimar su dimensión y alcance ambiental y predecir, de manera informada, las posibles variaciones en el espacio estudiado.

Bajo este marco de referencia teórico, se estipuló que para la identificación y valoración de los impactos ambientales potenciales derivados de la preparación de sitio, construcción, operación y desalojo, o cierre, que serán generados por el proyecto, se utilizará una metodología que parte, precisamente, de la comprensión de las actividades del proyecto y del conocimiento de los factores y atributos ambientales sobre los que potencialmente ésta incurrirán en su relación causa-efecto.

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos previstos por el desarrollo del proyecto, es la propuesta por Conesa Fernández (1997)3 y Gómez Orea (1999)4, que consiste en identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos, identificar esos factores ambientales; y por último se valoran los impactos para determinar su grado de importancia.

La metodología seleccionada consiste en cuatro pasos:

I. Identificación y caracterización de las acciones del proyecto que pueden ser causantes de impacto ambiental y de los factores ambientales susceptibles de recibirlos, de esta identificación se obtiene una matriz de interacciones entre las distintas actividades del proyecto y los factores ambientales, identificando así los efectos adversos y benéficos considerando lo siguiente:

- *Relevantes:* es decir que se ajusten a la realidad del proyecto y sean capaces de desencadenar efectos notables en el ámbito del Sistema Ambiental Regional.
- *Excluyentes e independientes:* deben de analizarse a efecto de evitar sobreimposiciones que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
- *Fácilmente identificables:* implica que han de ser susceptibles de una definición nítida y de una identificación sencilla sobre los diagramas de proceso.

[3] Conesa Fernández. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, España.

[4] Gómez Orea. 1999. Evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, España.

- *Localizables:* Es necesario que puedan relacionarse a una zona o espacio específico en que se ubica el proyecto analizado.
- *Cuantificables:* Deben de admitir una valoración objetiva que permita su comparación y medición en cuanto a sus magnitudes físicas con lo que podrán ser apropiadamente descritos.

II. Identificación de los impactos ambientales, tanto adversos como benéficos, ocasionados por cada una de las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales sobre los que inciden.

III. Valoración de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto. Esta valoración se realiza utilizando una matriz de impactos ambientales, cuyo resultado es la valoración de la importancia del dicho impacto.

IV. Descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales en el SAR, utilizando para ello los resultados obtenidos del índice de impacto, de la matriz de interacciones y de la importancia del impacto ambiental.

5.2 Identificación y caracterización de las acciones del proyecto que pueden causar impactos y de los factores ambientales potencialmente receptores.

Se realizó la identificación y caracterización de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos y de las acciones del proyecto que pueden generarlos. Posteriormente, se efectuó un cruce de información entre las acciones y los factores ambientales para identificar las interacciones benéficas y las adversas.

A partir de la descripción de las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto, presentada en el Capítulo II de este documento, y considerando la descripción del medio expuestas en el Capítulo IV, se identificaron las operaciones que pueden ser causales de impactos ambientales y se definieron los factores ambientales susceptibles de recibirlos.

Los factores ambientales susceptibles de recibir impactos, ya sean positivos o negativos, corresponden a los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por

cada una de las acciones en las distintas etapas del proyecto que deriven en variaciones perceptibles en el ámbito del SAR.

A continuación se presenta, para pronta referencia, un listado de las actividades proveniente del Capítulo II que son necesarias para el desarrollo del proyecto habitacional:

1. Preparación del sitio

   a) Rescate y reubicación de especies de flora silvestre y de especial interés de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 en concordancia con el respectivo programa presentado como anexo a la presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo autorizado.

   b) Rescate y ahuyentamiento de especies de fauna silvestre en atención al programa de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre anexado a la presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio Técnico Justificativo autorizado.

   c) Construcción de un acopio temporal con especies de flora silvestre rescatadas del predio en atención a los respectivos programas de rescate y el Estudio Técnico Justificativo autorizado.

   d) Desmonte en concordancia con la autorización para cambio de uso de suelo obtenida anteriormente

   e) Despalme, que incluye las actividades de recuperación, acopio temporal y reúso de capa edáfica fértil

2. Construcción

   1. Construcción de obras hidráulicas que incluyen las obras para encauzamiento de agua pluvial y drenaje general del proyecto.
   2. Construcción de área comercial y centro deportivo.
   3. Construcción de áreas verdes
   4. Construcción de caminos y vialidades internas, incluyendo guarniciones y superficie de rodamiento
   5. Construcción de planta de tratamiento de aguas

3. Operación

6. Acciones comunes de limpieza, reparaciones y mantenimiento en general.
7. Mantenimiento a guarniciones
8. Mantenimiento a la planta de tratamiento de aguas
9. Recolección y disposición de residuos sólidos

4. Cierre y abandono del sitio

10. El proyecto no contempla el cierre y abandono del sitio.

Con la información generada, se generó el siguiente esquema que maneja de manera resumida la afectación de los factores ambientales identificados.

Aspectos físicos del SA

Corresponde a la afectación potencial sobre los elementos físicos que conforman el Sistema Ambiental

- Geomorfología - Representado por la modificación de la topografía natural del terreno
- Pérdida de la capa productiva del suelo debido a procesos erosivos
- Pérdida de suelo debido a la erosión hídrica
- Disminución de la calidad del aire al promover la urbanización
- Disminución de la calidad el aire durante la etapa de construcción
- Modificación del patrón hidrológico superficial
- Modificación a la calidad del agua superficial
- Dsiminución del volumen de infiltración

Aspectos bióticos del SA

Corresponde a la afectación potencial sobre los elementos bióticos que conforman el Sistema Ambiental

- Diversidad de especies de flora silvestre
- Abundancia de individuos de flora silvestre
- Pérdida de germoplasma correspondiente a la flora silvestre
- Abundancia de individuos de fauna silvestre
- Diversidad de especies de fauna silvestre
- Hábitat disponible para especies de fauna silvestre
- Movilidad y dispersión de la funa silvestre
- Segregación de comunidades de fauna silvestre
- Fragmentación del hábitat

Aspectos económicos

Corresponde a la afectación potencial sobre el medio económico del municipio y las localidades dentro del Sistema Ambiental

- Aumento del flujo vehícular
- Cambio de uso de suelo
- Urbanización
- Economía municipal y local
- Empleo

Aspectos sociales

Corresponde a la afectación potencial sobre el medio social del municipio y las localidades dentro del Sistema Ambiental

- Salúd pública
- Cualidades estéticas
- Cualidades paisajísticas
- Recreación y medio ambiente

Una vez identificado los impactos ambientales potenciales se organizaron las actividades a desarrollar como parte del proyecto para su posterior organización en una matriz de impactos ambientales.

Es importante destacar que el proyecto se divide en 17 etapas, cada una con una duración aproximada de 12 meses. Cada una de las etapas en las que se divide el proyecto cuenta con las mismas acciones de preparación del sitio, construcción y operación, por lo que los impactos ambientales se evaluarán de manera sinérgica entre las etapas.

Una vez asumido lo anterior, se está en la posibilidad de utilizar una matriz de interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales susceptibles de una afectación potencial. En ella se identificaron las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental dónde los efectos se calificaron de acuerdo a su cualidad en dos tipos: adversos y benéficos. Se incluyeron todos los casos en los que puede haber una relación actividad–factor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa modificación o esta se percibe menor.

La matriz de Leopold es un método que sirve para evaluar el impacto ambiental que provocará la ejecución de un proyecto a los diferentes factores ambientales bióticos y abióticos, así como socioeconómicos. Este tipo de matrices "causa-efecto" representan una valoración cualitativa, empleando el criterio y experiencia del evaluador.

La matriz tiene un cuadro de doble entrada, donde los factores ambientales que se verían afectados por la ejecución del proyecto se encuentran en las filas y las acciones que provocan el impacto en las columnas. En las celdas se expresa la magnitud e impacto de la acción al factor ambiental. Para el caso del presente la celda tiene la forma siguiente:

(+/-) N (Magnitud) / N (Importancia)

Donde N representa un número entre -3 y 3, si la alteración es mínima el valor es -3, en cambio, si es mayor es 3. El signo de (+ o -) representa si el impacto es negativo o positivo.

Es importante destacar que debido a que este análisis es cualitativo, para evaluar el impacto ambiental del proyecto se empleó un método cuantitativo, mismo que se presenta seguido de la matriz:

5.2.1 Identificación de impactos ambientales relevantes durante la etapa de construcción del proyecto

Tabla 36 Identificación de impactos ambientales durante la construcción del proyecto.

Medio ambiente	Factores	Medio	Recurso	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN											
				Desmonte de la vegetación y limpieza del sitio	Nivelación del terreno	Excavación	Movimiento de tierras	Cimentación	Construcción de vialidades	Construcción de muros y castillos	Construcción de techos y losas	Instalación hidráulica	Instalación eléctrica	Acabados	Limpieza de la obra
Áreas con potencial de impacto	Factores abióticos	Agua	Superficial	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 4	- 3 / 1	- 3 / 2	- 1 / 1					
			Subterránea	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 1	- 3 / 2	- 1 / 1					
		Suelo	Erosión	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1	- 1 / 1					
			Alteración físico-química	+ 1 / 1	- 1 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 2						
			Escurrimiento superficial	- 2 / 2	- 3 / 2	- 2 / 2	- 2 / 1	- 1 / 1	- 3 / 1						
			Geomorfología	- 1 / 1	- 3 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1	- 1 / 1						
			Estructura	+ 2 / 1	- 2 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1	- 1 / 1	+ 2 / 1						
		Aire	Calidad del aire	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 2 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1					
			Visibilidad	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 2 / 1	- 1 / 1						
			Ruido	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1	- 2 / 1				
			Clima	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1						
	Factores bióticos	Flora	Terrestre	- 3 / 2	- 1 / 1	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1						
		Fauna	Terrestre	- 2 / 2	- 1 / 1	- 2 / 1	- 2 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1						
		Paisaje	Relieve	- 2 / 2	- 2 / 2	- 2 / 1	- 2 / 1	- 1 / 1	- 2 / 1						
			Apariencia	-1 / 1											-1 / 1
			Calidad del ambiente	- 2 / 2	- 2 / 1	- 1 / 1	- 1 / 1								
	Factores socio	Social	Bienestar												
		Economía	Empleo	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3	+ 3 / 3		

Medio ambiente	Factores	Medio	Recurso	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN											
				Desmonte de la vegetación y limpieza del sitio	Nivelación del terreno	Excavación	Movimiento de tierras	Cimentación	Construcción de vialidades	Construcción de muros y castillos	Construcción de techos y losas	Instalación hidráulica	Instalación eléctrica	Acabados	Limpieza de la obra
	económicos		Ingreso regional												
			Transporte												

Identificación de impactos ambientales relevantes durante la etapa de operación-mantenimiento del proyecto

Tabla 37 Identificación de impactos ambientales durante la operación y mantenimiento del proyecto.

Medio ambiente	Factores	Medio	Recurso	ETAPA DE OPERACIÓN			ETAPA DE MANTENIMIENTO		
				Actividades propias de la urbanización	Siembra y mantenimiento de áreas verdes	Recolección, almacenamiento y entrega de desechos	Abandono de sitio	Mantenimiento periódico a áreas verdes	Mantenimiento periódico a PTAR
Áreas con potencial de impacto	Factores abióticos	Agua	Superficial		+ 1 / 2			+ 2 / 2	
			Subterránea		+ 3 / 2	+ 2 / 3		+ 2 / 2	+ 3 / 2
		Suelo	Erosión		+ 2 / 2			+ 2 / 1	
			Alteración físico-química						+ 3 / 2
			Escurrimiento superficial						
			Geomorfología						
			Estructura						
		Atmósfera	Calidad del aire					+ 2 / 1	
			Visibilidad						
			Ruido	- 1 / 1					
			Clima		+ 2 / 2				
	Factores bióticos	Flora	Terrestre		+ 3 / 2	+ 2 / 3			

Medio ambiente	Factores	Medio	Recurso	ETAPA DE OPERACIÓN			ETAPA DE MANTENIMIENTO		
				Actividades propias de la urbanización	Siembra y mantenimiento de áreas verdes	Recolección, almacenamiento y entrega de desechos	Abandono de sitio	Mantenimiento periódico a áreas verdes	Mantenimiento periódico a PTAR
		Fauna	Terrestre		+ 2 / 2	+ 3 / 3			
		Paisaje	Relieve						
			Apariencia	- 3 / 2	+ 3 / 3	+ 3 / 2	+ 2 / 1	+ 3 / 2	+ 2 / 1
			Calidad del ambiente		+ 2 / 2				+ 1 / 1
	Factores socieconómicos	Social	Bienestar	+ 3 / 3	+ 8 / 7	+ 3 / 2		+ 3 / 2	+ 2 / 2
		Economía	Empleo		+ 3 / 3	+ 3 / 2		+ 3 / 2	
			Ingreso regional						
			Transporte	+ 2 / 1					

Las calificaciones asignadas a la matriz, tanto en magnitud como en importancia se definen por:

Descripción	Valor asignado
Daño grave al indicador	-3
Daño medio al indicador	-2
Daño menor al indicador	-1
Daño insignificante al indicador	0
Pequeño efecto positivo sobre el indicador	1
Efecto medianamente positivo sobre el indicador	2
Efecto grandemente positivo sobre el indicador	3

Descripción	Valor asignado
Sin importancia para el indicador	0
Poco importante para el indicador	1
Medianamente importante para el indicador	2
Muy importante para el indicador	3

La matriz anterior ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada actividad del proyecto pudiera producir sobre cada uno de los factores ambientales del Sistema Ambiental Regional.

Se identificaron 140 interacciones entre actividad del proyecto y factor ambiental que pueden recibir un cambio de las cuales 94 son adversas y 46 benéficas.

En la tabla siguiente se muestra la selección de aquellos impactos ambientales discriminados como potencialmente perceptibles en el Sistema Ambiental delimitado que está conformado por una microcuenca

Identificador	Título	Descripción	Importancia
Agua-1	Afectación sobre los flujos hidrológicos superficiales	El proyecto contempla el desplante de más 7600 lotes y urbanización de 124.12 ha, mismos que indudablemente alterarán la dinámica hidrológica superficial del predio. Asimismo; el proyecto de ingeniería contempla el encauzamiento de tres flujos hidrológicos superficiales de pequeña/mediana magnitud.	El recurso hídrico es de vital importancia para la región; sin embargo la correcta canalización de los flujos hidrológicos existentes y el drenaje de la región permitirán garantizar la permanencia del mismo.
Agua-2	Explotación y capacidad de recarga de los mantos acuíferos.	El cambio de uso de suelo indudablemente disminuirá la recarga de los acuíferos debajo del área del predio por acción de la lluvia.	Los mantos acuíferos son un elemento físico de vital importancia para la región, especialmente debido a los periodos prolongados de sequía que suceden en la región.
Suelo-1	Erosión de los suelos	El desarrollo del proyecto, a través de actividades como despalme, desmonte y el cambio de uso de suelo provocarán la erosión de la capa edáfica productiva del terreno.	La capa edáfica que posee los nutrientes necesarios para la vegetación es un recurso no renovable.
Suelo-2	Alteración fisicoquímica de la capa edáfica productiva del predio	La construcción y operación del proyecto expondrá la capa edáfica productiva del suelo a contaminación química o física que deteriorará la calidad del suelo y alterará sus propiedades.	El suelo contaminado no se restaura de manera natural y deberá ser sometido a procesos mecánicos de limpieza y restauración.

Identificador	Título	Descripción	Importancia
Suelo-3	Geomorfología	El proyecto alterará el paisaje, principalmente a nivel geomorfológico, alterando pendientes y la configuración natural del terreno	Un cambio en la configuración del terreno impacta directamente sobre los procesos naturales, erosivos e hídricos que suceden en el área del proyecto.
Aire-1	Calidad del aire	La construcción del desarrollo requerirá la presencia de maquinaria pesada en materia de movimiento de tierras, conformación de terraplenes y construcción pesada. La maquinaria de construcción normalmente realiza altas emisiones a la atmósfera.	Este impacto resultará imperceptible ya que la constructora garantizará que las emisiones a la atmósfera se encuentren sobre las normas.
Aire-2	Ruido	La urbanización de un predio en condiciones naturales (deterioradas) provocará un aumento en el ruido y la armonía del paisaje.	Este impacto resulta negativo y de mediana intensidad en relación al medio ambiente.
Flora-1	Cambio de uso de suelo	La remoción de la vegetación natural corresponde a uno de los impactos ambientales más importantes del proyecto. Se consideran aspectos como: • Disminución en la diversidad de especies de flora silvestre • Abundancia de individuos de flora silvestre • Pérdida de germoplasma	Es importante destacar que de acuerdo a la valoración de los índices de biodiversidad de los individuos encontrados en predio y de aquellos encontrados en la microcuenca, no existen especies endémicas o raras que deberán de sujetarse a una protección especial, por lo que el impacto es medio.

Identificador	Título	Descripción	Importancia
Flora-2	Fragmentación del hábitat	En el ecosistema, **hábitat** es el ambiente que ocupa una población biológica, el remover la vegetación provocará una disminución en la calidad y cantidad de este importante recurso natural. Entre los principales componentes que se verán : • Segregación de comunidades de fauna silvestre. • Fragmentación del hábitat.	Este impacto es considerado de mediano a grave y deberá de atenderse de manera adecuada en las medidas de mitigación propuestas.
Fauna-1	Terrestre	El desarrollo del proyecto tendrá repercusiones directas sobre los siguientes componentes de la fauna silvestre: • Abundancia de individuos de fauna silvestre • Diversidad de especies de fauna silvestre • Hábitat disponible para especies de fauna silvestre • Movilidad y dispersión de la fauna silvestre.	Este impacto es considerado de mediano a grave y deberá de atenderse de manera adecuada en las medidas de mitigación propuestas.
Paisaje-1	Relieve	La modificación de relieve dada por la configuración del terreno y conformación de terraplenes necesarios para la construcción del proyecto.	Impacto con una importancia moderada, toda vez, si el proyecto no se encuentra en un área de recreación o de importancia turística; toda modificación a la configuración del terreno tiene

Identificador	Título	Descripción	Importancia
			implicación en la interacción de componentes bióticos y abióticos del terreno.
Paisaje-2	Calidad del medio ambiente	La urbanización de un área natural conlleva los impactos antrópicos y ambientales naturales de dicho proceso.	Se considera una importancia media, toda vez que los impactos ambientales sobre el medio biótico y abiótico se consideran en otras áreas del proyecto.
Social-1	Bienestar social	La urbanización del predio ampliará la oferta habitacional de la región.	Se considera un impacto social positivo, ya que mejorará notablemente la calidad de vida de los habitantes del Estado de Aguascalientes
Económico-1	Empleo	La urbanización del predio en 17 etapas con una duración de 12 meses cada uno, ampliará notablemente la oferta laboral de la región.	Se considera un impacto social positivo, ya que mejorará notablemente la calidad de vida de los habitantes del Estado de Aguascalientes

5.3 Impactos ambientales adversos identificados para el proyecto

Partiendo de lo anteriormente realizado, teniendo identificadas y descritas las interrelaciones perceptibles actividad del proyecto–factor ambiental en el marco del proyecto a realizar, se describe la afectación que recibe cada impacto ambiental.

Impacto ambiental 1: Modificación del patrón hidrológico superficial		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**

Agua-1, Agua-2	Desplante de caminos, lotificación y movimiento de tierras	El cambio en el patrón hidrológico superficial podrá traer desabasto de agua cuenca abajo, disminuir la calidad y cantidad de agua contenida en el acuífero y alterar los procesos biológicos asociados el agua en la cuenca hidrológico forestal.

Impacto ambiental 2: Disminución en la captación de agua en la microcuenca

Factor ambiental impactado	Actividades del proyecto causales del cambio	Descripción del efecto
Agua-2	Desplante de caminos y cambio de uso de suelo	La alteración del patrón hidrológico superficial, el cambio de uso de suelo y el sellamiento de suelo en caminos ya venidas, provocará que disminuya en cantidad y calidad el líquido que infiltra y alimenta los mantos acuíferos en el área de proyecto.

Impacto ambiental 3: Incremento del potencial erosivo por reducción de la cubierta vegetal que protege el suelo.

Factor ambiental impactado	Actividades del proyecto causales del cambio	Descripción del efecto
Suelo-1	Cambio de uso de suelo	Al realizarse actividades que reducción la cobertura vegetal se expone el suelo lo que incrementa el potencial erosivo.

Impacto ambiental 4: Modificación estructural del sustrato por la eliminación mecánica y manual de la vegetación y retiro de la capa fértil del suelo.

Factor ambiental impactado	Actividades del proyecto causales del cambio	Descripción del efecto
Suelo-1, Suelo-2 y Suelo-3	Desplante de caminos y cambio de uso de suelo	Remoción de la vegetación implica la exposición del suelo cuya capa húmica es retirada para preparar las superficies destinadas al desarrollo habitacional; situación especialmente clara durante la etapa de construcción del proyecto.

Impacto ambiental 5: Disminución de la calidad del aire durante la etapa de construcción del proyecto

Factor ambiental impactado	Actividades del proyecto causales del cambio	Descripción del efecto
Aire-1	Empleo de maquinaria pesada para el desarrollo del proyecto	La presencia de maquinaria pesada contribuye de gran manera a la contaminación atmósferica del área.

Impacto ambiental 6: Disminución de la abundancia individual de especies botánicas por el cambio de uso de suelo

Factor ambiental impactado	Actividades del proyecto causales del cambio	Descripción del efecto
Flora-1	El desmonte del predio necesario para la construcción del proyecto	Remover especies vegetales de su ambiente natural provoca un impacto ambiental negativo sobre su abundancia con respecto al predio y el SA

Impacto ambiental 7: Afectación a la riqueza botánica por cambio de uso de suelo		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**
Flora-1	El desmonte del predio necesario para la construcción del proyecto	Remover especies vegetales de su ambiente natural provoca un impacto ambiental negativo sobre su riqueza con respecto al predio y el SA

Impacto ambiental 8: Disminución de la abundancia individual de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**
Fauna-1	El desmonte del predio necesario para la construcción del proyecto removerá hábitat potencial necesario para la persistencia de individuos de fauna silvestre.	La fauna local se verá indudablemente desplazada debido a la disminución de hábitat potencial y a la urbanización del predio

Impacto ambiental 9: Afectación a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**
Fauna-1	El desmonte del predio necesario para la construcción del proyecto removerá hábitat potencial necesario para la persistencia de individuos de fauna silvestre.	La fauna local se verá indudablemente desplazada debido a la disminución de hábitat potencial y a la urbanización del predio; se presentará también efecto de fragmentación de hábitat

Impacto ambiental 10: Reducción y fragmentación del hábitat disponible para la fauna silvestre		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**
Fauna-1	La urbanización del predio producirá una evidente fragmentación del hábitat disponible para la fauna silvestre	La fauna local se verá indudablemente desplazada debido a la disminución de hábitat potencial y a la urbanización del predio; se presentará también efecto de fragmentación de hábitat

Impacto ambiental 11: Modificación, transformación y cambio de uso de suelo		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**
Flora-1, Fauna-1, Suelo-1 y Agua-1	El cambio de uso de suelo en sí representa el impacto ambiental más importante sobre el sistema ambiental; debido principalmente a la modificación de los servicios ambientales que actualmente presta el área donde se desarrollará el proyecto.	Todo ambiente natural provee de servicios ambientales y posee un equilibrio entre los elementos bióticos y abióticos que conforman el paisaje. La modificación del uso de suelo y la vegetación de un área en particular disminuirá y verá afectado en su calidad a dichos servicios ambientales provocando

	desequilibrios ecológicos que deberán de mitigarse y compensarse.

Impacto ambiental 12: Modificación de la calidad del paisaje		
Factor ambiental impactado	**Actividades del proyecto causales del cambio**	**Descripción del efecto**
Paisaje-1 y Paisaje-2	Desplante y urbanización del proyecto.	La urbanización, desplante y movimiento de tierras en el predio provocará una modificación al paisaje, alterando notablemente el aspecto paisajístico, recreacional y la belleza escénica del SA.

Del análisis de identificación de impactos ambientales se identificaron 12 Impactos ambientales adversos que pudiere generar el proyecto.

V.1 Evaluación de los impactos ambientales identificados.

Para efectos de evaluar los posibles impactos ambientales generados por el proyecto, se abordaron dos metodologías.

1. La primera metodología se aborda de manera cualitativa, a criterio del grupo de especialistas para determinar la magnitud e importancia de los impactos ambientales. Esta metodología constituye la manera tradicional de estudiar impactos ambientales.
2. La segunda metodología corresponde a un análisis cuantitativo de cuatro elementos estructurales del ensamble ecosistémico de la microcuenca y que corresponden a la biodiversidad (Flora y Fauna), el suelo y el agua.

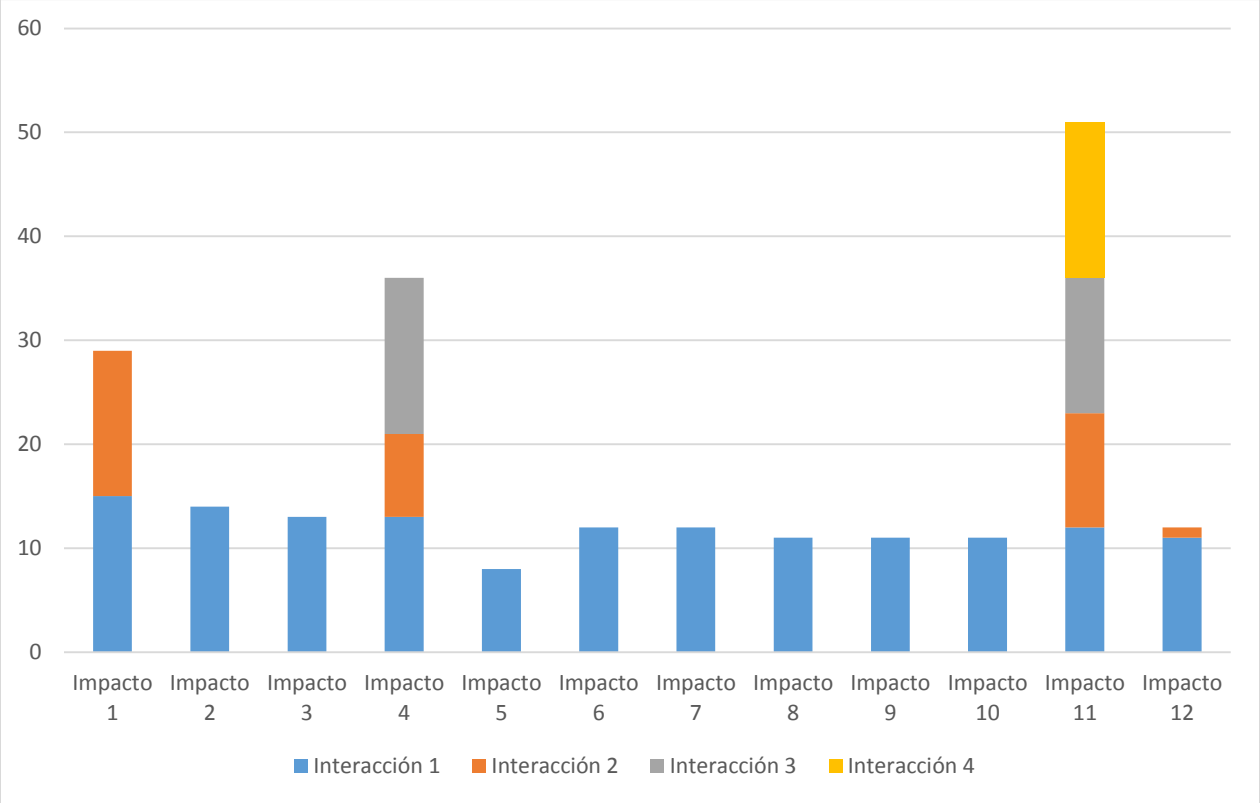
5.4 Metodología cualitativa para evaluar aspectos clave del ecosistema

Para efecto de cuantificar los impactos ambientales durante las distintas etapas del proyecto se presenta la suma ponderada de los impactos ambientales identificados en el apartado 5.2.1

Impacto Ambiental	Interacciones identificadas	Calificación de acuerdo al apartado 5.2.1	Clasificación del impacto (Promedio)
Impacto ambiental 1	Agua-1, Agua-2	Agua-1 -15/12 Agua-2 -14/12	-2.14/1.7 | -2/1.7 Daño medio con importancia media para el SA
Impacto ambiental 2	Agua-2	- 14/12	-2/1.7 Daño medio con importancia media para el SA
Impacto ambiental 3	Suelo-1	- 13/11	-1.87/1.57 Daño medio con importancia media para el SA
Impacto ambiental 4	Suelo-1, Suelo-2 y Suelo-3	Suelo-1 - 13/11 Suelo-2 -8/7	-1.85/1.5 | 1.3/1.16 | -2.5/1.5

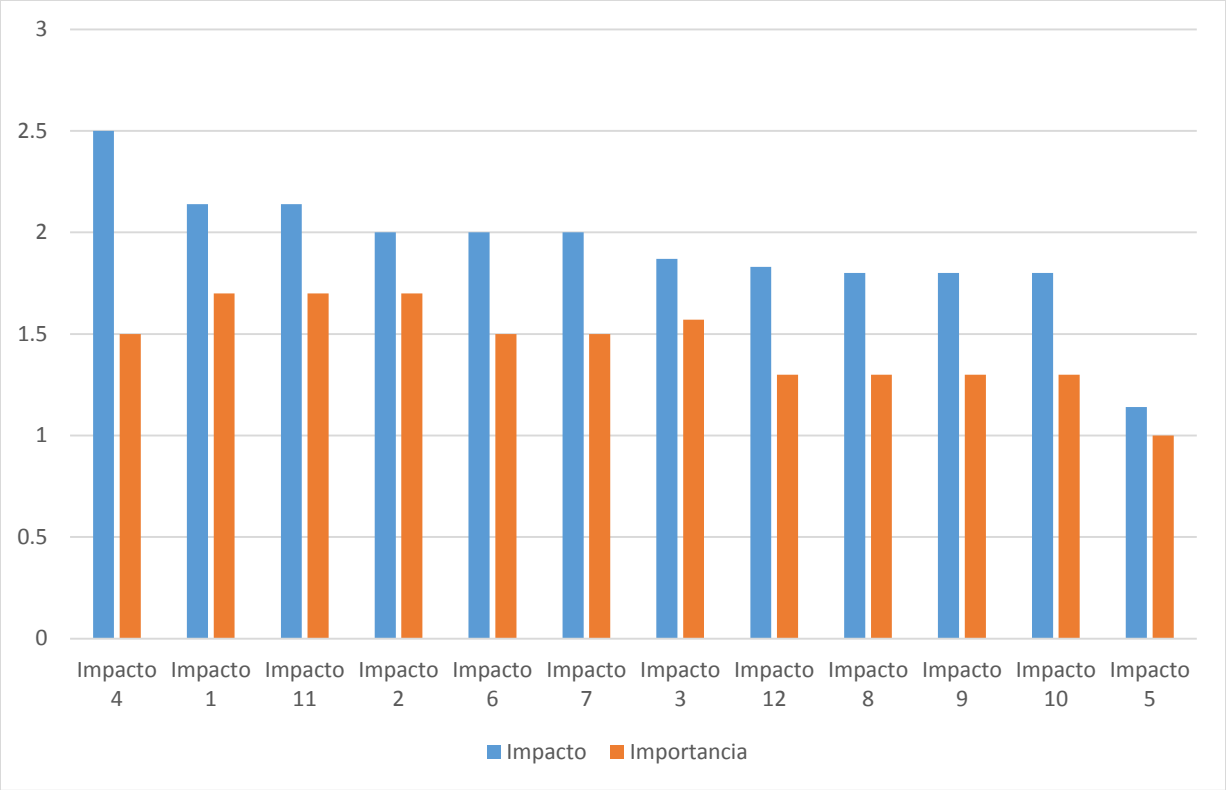
		Suelo-3 -15/9	Daño medio con importancia baja para el SA
Impacto ambiental 5	Aire-1	-8 / 7	-1.14/1 Daño bajo con baja importancia en el SA
Impacto ambiental 6	Flora-1	-12/9	-2/1.5 Daño medio con importancia baja para el SA
Impacto ambiental 7	Flora-1	-12/9	-2/1.5 Daño medio con importancia baja para el SA
Impacto ambiental 8	Fauna-1	-11/8	-1.8/1.3 Daño medio con importancia baja para el SA
Impacto ambiental 9	Fauna-1	-11/8	-1.8/1.3 Daño medio con importancia baja para el SA
Impacto ambiental 10	Fauna-1	-11/8	-1.8/1.3 Daño medio con importancia baja para el SA
Impacto ambiental 11	Flora-1 Fauna-1 Suelo-1 Agua-1	Flora-1 -12/9 Fauna-1 -11/8 Suelo-1 - 13/11 Agua-1 -15/12	-2/1.5 | -1.8/1.3 | -1.87/1.57 | -2.14/1.7 Daño medio con importancia media para el SA
Impacto ambiental 12	Paisaje-1 Paisaje-2	Paisaje-1 -11/8 Paisaje-2 -1/1	-1.83/1.3 | -1/1 Daño bajo con baja importancia en el SA

De manera gráfica se presenta el concentrado de evaluaciones por etapa de construcción. La siguiente gráfica da una idea más clara del acumulado de afectaciones que cada impacto acumula durante la construcción del proyecto.



Previo a la ponderación de las interacciones, se muestra que los impactos ambientales más importantes al proyecto están dados por el impacto 1: Modificación del patrón hidrológico superficial, el impacto 4: Modificación estructural del sustrato por la eliminación mecánica y manual de la vegetación y retiro de la capa fértil del suelo. Y el impacto 11: Modificación, transformación y cambio de uso de suelo. Mientras que el menor impacto ambiental está dado por la disminución de la calidad del aire durante la etapa de construcción del proyecto.

Ahora bien, para efecto de calificar bajo una misma calificación (de -3 a 3 de acuerdo a la metodología de la matriz de impactos aplicada). Se realizó la ponderación de los impactos ambientales, misma que se muestra junto a su grado de importancia. Los valores de la siguiente gráfica se ordenaron de acuerdo a su magnitud y considerando la interacción con valor más alto.



Por motivos de presentación, a los impactos negativos se le asignó valor positivo; todos los impactos mostrados corresponden a impactos ambientales negativos.

En la gráfica se muestra que el impacto ambiental –bajo una visión acumulativa– más significativo corresponde al impacto 4: Modificación estructural del sustrato por la eliminación mecánica y manual de la vegetación y retiro de la capa fértil del suelo con una calificación de 2.5 de 3; seguido de los impactos 1: Modificación del patrón hidrológico superficial y 11: Modificación, transformación y cambio de uso de suelo con 2.14 de 3; lo que representa un impacto ambiental moderado. Mientras que el resto tienen una calificación de bajo-moderado.

Con respecto a la importancia de los mismos los impactos ambientales 1: Modificación del patrón hidrológico superficial, 11: Modificación, transformación y cambio de uso de suelo y 2: Disminución en la captación de agua en la microcuenca resultan los más relevantes.

Las medidas de mitigación deberán de considerarse de acuerdo a la siguiente distribución de los 5impactos de mayor intensidad y los 5 impactos de mayor relevancia en el SA:

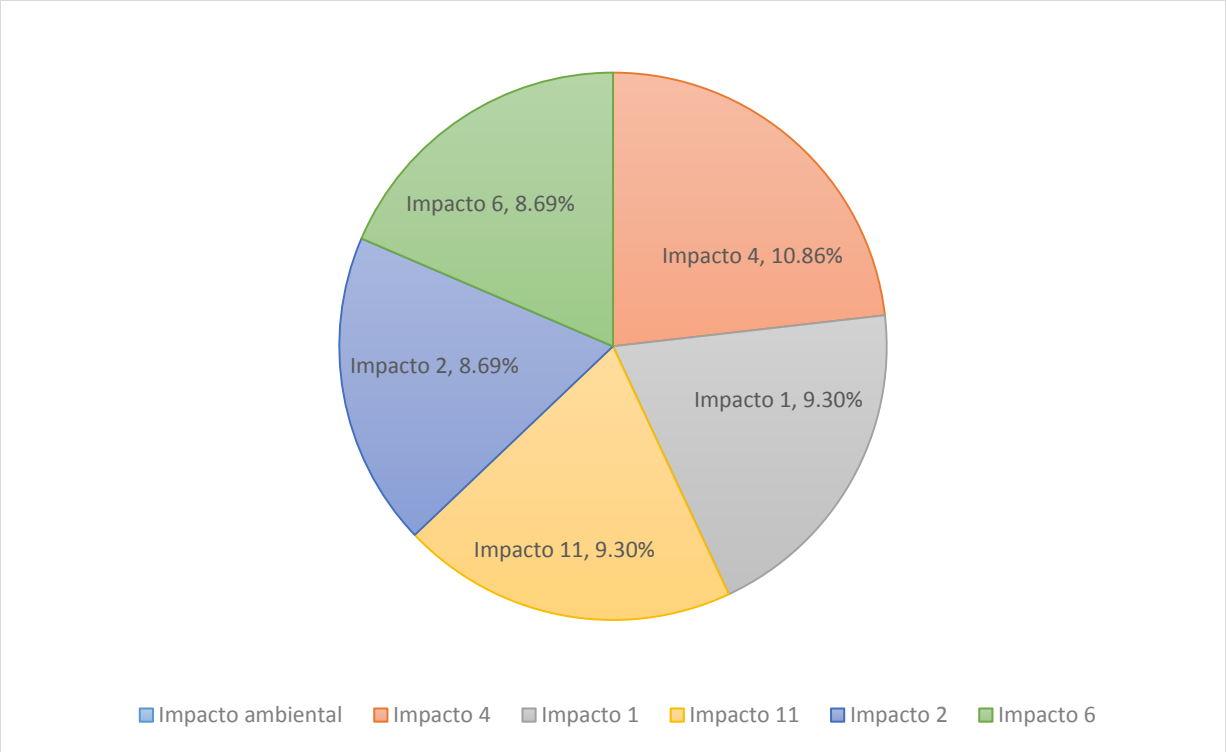


Figura 5.1 Identificación de los 5 impactos ambientales de mayor intensidad

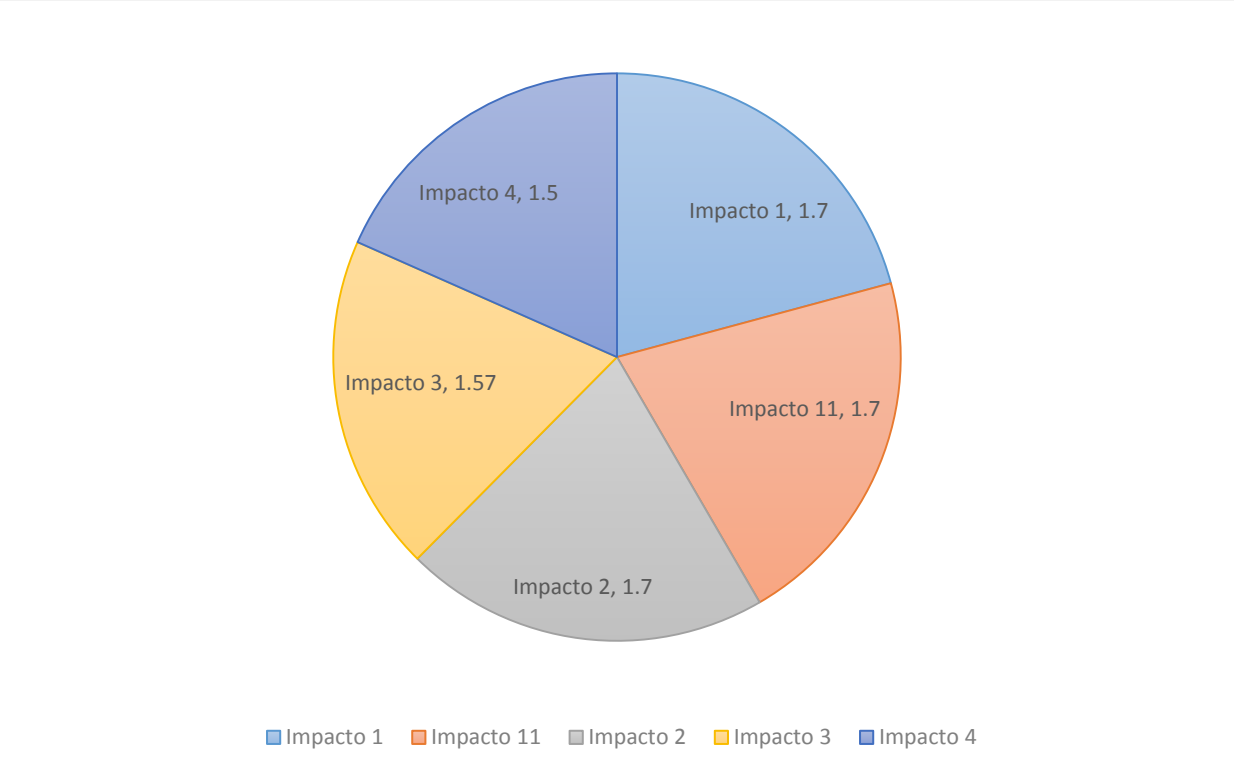


Figura 5.2 Impactos ambientales más relevantes en el SA

En resumen, se presentan los 5 impactos ambientales de mayor intensidad y los 5 impactos ambientales de mayor relevancia.

Impactos ambientales de mayor intensidad

1. Modificación estructural del sustrato por la eliminación mecánica y manual de la vegetación y retiro de la capa fértil del suelo.
2. Modificación del patrón hidrológico superficial
3. Modificación, transformación y cambio de uso de suelo
4. Disminución en la captación de agua en la microcuenca
5. Disminución de la abundancia individual de especies botánicas por el cambio de uso de suelo

Impactos ambientales de mayor relevancia

A. Modificación del patrón hidrológico superficial
B. Modificación, transformación y cambio de uso de suelo
C. Disminución en la captación de agua en la microcuenca
D. Incremento del potencial erosivo por reducción de la cubierta vegetal que protege el suelo.
E. Modificación estructural del sustrato por la eliminación mecánica y manual de la vegetación y retiro de la capa fértil del suelo.

Otros impactos ambientales que deberán de atenderse en las medidas de mitigación corresponden a:

6. Afectación a la riqueza botánica por cambio de uso de suelo
7. Incremento del potencial erosivo por reducción de la cubierta vegetal que protege el suelo.
8. Modificación de la calidad del paisaje
9. Disminución de la abundancia individual de especies zoológicas por el cambio de uso de suelo
10. Afectación a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo
11. Reducción y fragmentación del hábitat disponible para la fauna silvestre
12. Disminución de la calidad del aire durante la etapa de construcción del proyecto

5.5 Impactos ambientales y su fragilidad ecológico en el SA

La fragilidad ambiental se define como la capacidad intrínseca a enfrentar cambios, basados en la fortaleza de sus componentes y en su capacidad y velocidad de regeneración. Para comprender el concepto de fragilidad, es necesario conocer la resistencia y resiliencia; la primera es la capacidad de una comunidad de evitar cambios, es decir, contar con un equilibrio dinámico resistiendo los cambios a través del tiempo, mientras que la resiliencia es la capacidad de retornar a su estado inicial después de haber sufrido alguna perturbación.

La riqueza y biodiversidad de los ecosistemas, así como la resistencia, resiliencia y endemismos están relacionadas con el nivel de fragilidad presente en esa región. Sin embargo, los agentes abióticos también influyen, tales como la inclinación (pendiente del terreno), actividades antropogénicas entre otras.

Para determinar el nivel de fragilidad, se realizó un análisis para identificar aquellas áreas suceptibles en la cuenca de estudio.

Para estimar la fragilidad ambiental de la zona de estudio, se empleó información cartográfica obtenida a través de fuentes oficiales como lo es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Los criterios a emplear son:

- Relieve: Se evalúa en función de la estabilidad de las laderas
- Suelo: Evaluado dependiendo el nivel de susceptibilidad a la erosión y los cambios en sus propiedades físicas y químicas definidas a partir de la clasificación taxonómica
- Vegetación: Varía dependiendo el uso de suelo tomando en cuenta los requerimientos de hábitat y capacidad de aurregeneración
- Pendiente: Depende del grado de la pendiente, a mayor inclinación más fragilidad

La ecuación para obtener la fragilidad es la siguiente:

$$Fe = \frac{(relieve + vegetación + suelo + pendiente)}{4}$$

Donde las variables se reclasificarán de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 38 Clasificación de la fragilidad ecológica.

Muy baja	**0.20**
Baja	**0.40**
Media	**0.60**
Alta	**0.80**
Muy alta	**1**

VII.1.1 Relieve

En el área de estudio se identificaron los siguientes sistemas:

Tabla 39 Tipo de relieve en el SA

Nombre	Descripción
Llanura	Llanura desértica de piso rocoso o cementado
Lomerío	Lomerío con cañadas

Posteriormente se reclasifico de acuerdo con la siguiente tabla:

	Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Relieve (Base INE)	Montañas y lomeríos plegado con disección Montañas y lomeríos bloque con disección Edificios volcánicos y lavas	Sistema de piedemonte con disección Montañas y lomeríos plegados con disección moderada Montañas y lomeríos bloque con disección moderada Edificios volcánicos y lavas Relieve Kárstico con disección escasa	Relieve kárstico sin disección. Relieve kárstico acumulativo-residual. Montañas y lomeríos bloque sin disección. Montañas y lomeríos plegados sin disección. Sistema de piedemonte con disección leve. Terrazas estructurales con disección. Planicies acumulativas.	Sistema de piedemonte sin disección. Terrazas estructurales con disección moderada. Terrazas estructurales sin disección.	No se presentan tipos de relieve que no tengan algún grado de fragilidad.
	Y	O	O	Y	
Pendiente (Base UNAM)	>30°	Cualquier relieve no considerado con pendiente superior a 30°	Cualquier relieve no considerado con pendiente entre 16° y 30°	Cualquier relieve no considerado con pendiente entre 7° y 15°	
	O	O			
Elementos climáticos Precipitación (Base CONABIO)	Los tipos de relieve señalados con pp. superior a los 1800 mm	Cualquier tipo de relieve con pp. superior a los 1800mm			

Imagen 5-1 Clasificación del relieve.

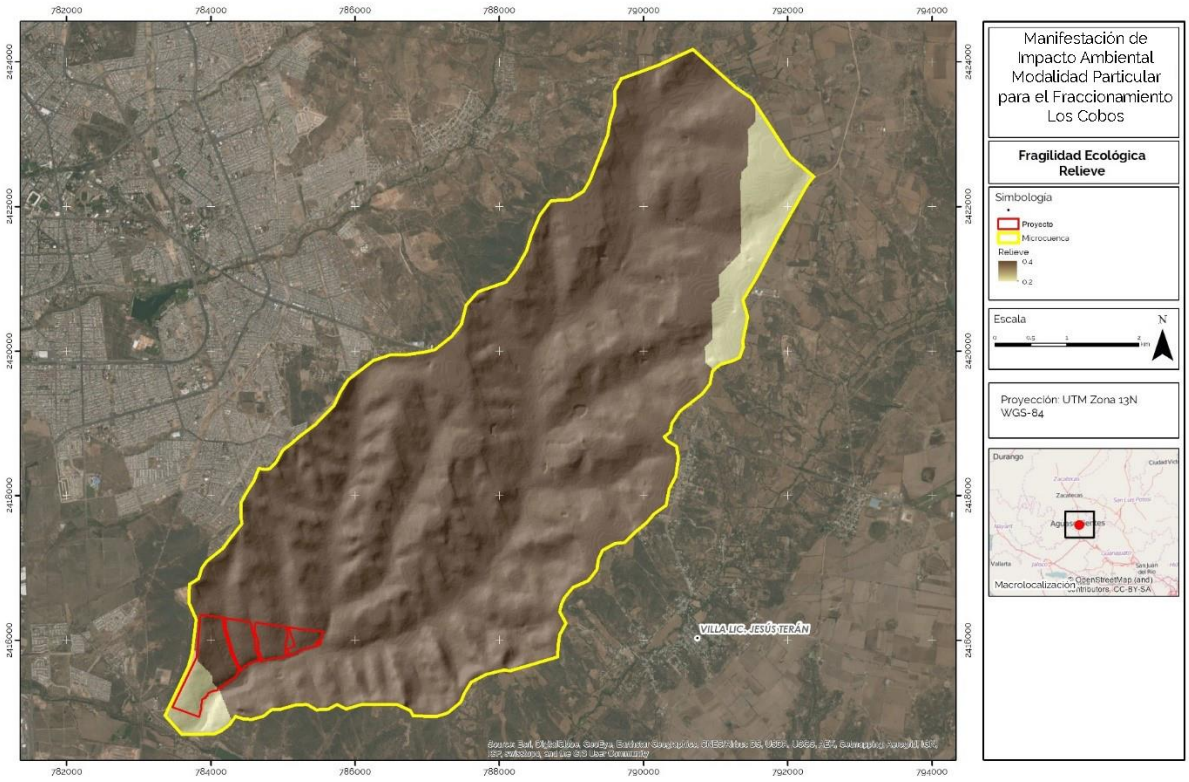


Imagen 5-2 Relieve del SA

VII.1.2 Suelo

Se empleó la carta de Edafología de CONABIO, de la cual se obtuvieron los siguientes tipos de suelo:

Tabla 40 Tipo de suelo en el SA

Descripción	Textura
Xerosol háplico	Media
Planosol Eutrico	Media

Posteriormente se reclasifico de acuerdo con la siguiente tabla:

	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Cobertura de suelo equivalente y actualizada (Base DGCRS-FAO 1988)	Fluvisol éutrico Gleysol éutrico. Gleysol mólico. Andosol úmbrico. Andosol mólico. Andosol háplico. Leptosol lítico. Solonchack gleyco. Arenosol háplico	Luvisol crómico. Luvisol férrico. Acrisol háplico. Regosol éutrico. Regosol calcárico. Alisol férrico. Leptosol réndzico. Calcisol lúvico. Solonchack háplico. Cambisol crómico. Cambisol ferrálico. Arenosol calcárico.	Nitisol háplico. Vertisol éutrico. Calsicol háplico. Calcicol pétrico. Cambisol vértico. Cambisol éutrico.	Planosol éutrico. Feozem háplico. Kastañozem lúvico. Kastañozem cálcico.	No existen suelos con muy baja fragilidad en el país.
	Y	Y	Y	Y	
Susceptibilidad de erosión	Alta y muy alta		Media	Baja, ligera y muy ligera.	

Imagen 5-3 Clasificación por tipo de suelo

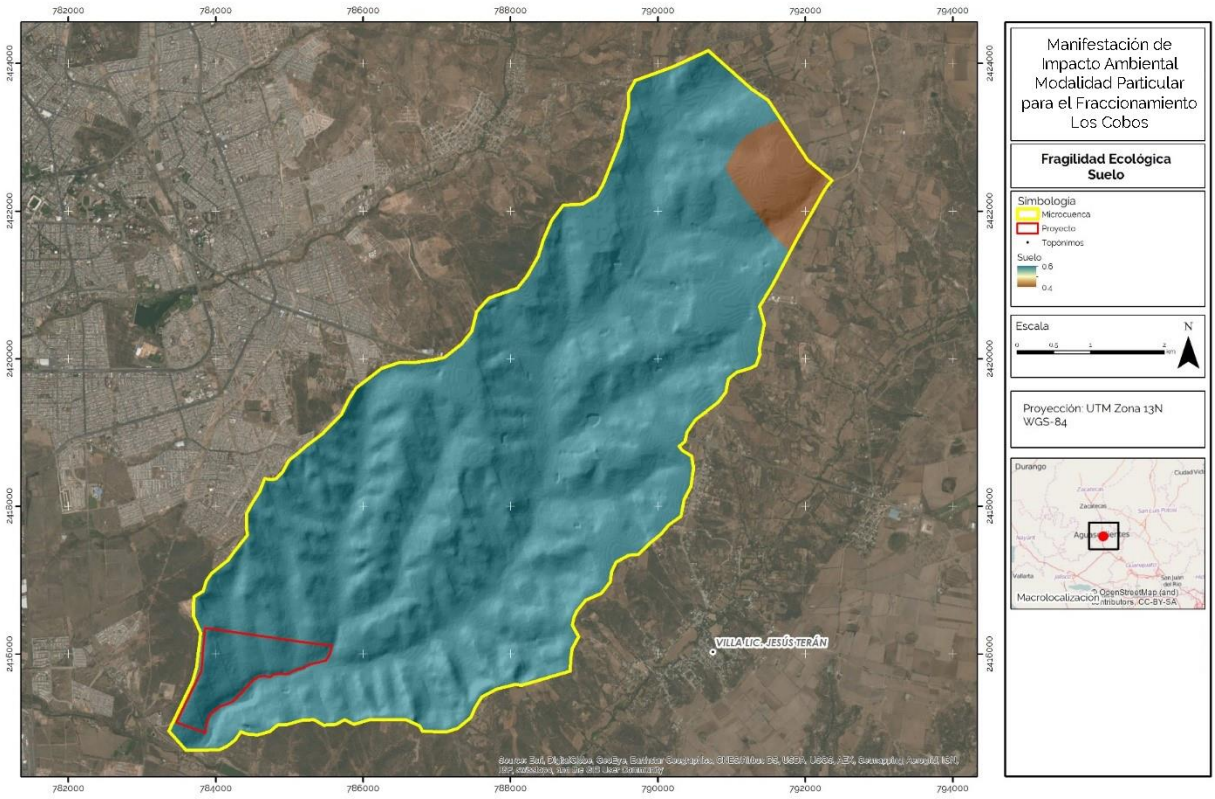


Imagen 5-4 Tipo de suelo en el SA

VII.1.3 Uso de suelo

Se empleó la información vectorial de INEGI “Uso de suelo y vegetación Serie III”, de la cual se obtuvieron los siguientes usos para el área de estudio:

Tabla 41 Tipo de uso de suelo en el SA

Agricultura de temporal
Matorral crasicaule
Pastizal natural

Se reclasifico asignándole el nivel de fragilidad tomando en cuenta la siguiente tabla:

NIVEL DE FRAGILIDAD	TIPO DE VEGETACIÓN	COMENTARIOS
Muy alta	Bosque de oyamel	
	Bosque de cedro	
	Matorral de coníferas	
	Bosque mesófilo de montaña	
	Selva alta perennifolia	
	Selva alta subperennifolia	
	Selva mediana perennifolia	
	Selva mediana subperennifolia	
	Selva baja perennifolia	
	Selva baja subperennifolia	
	Selva baja espinosa	
	Matorral sarco-crasicaule de neblina	
	Matorral rosetófilo-costero	
	Manglar	
	Vegetación acuática	
	Bosque de galería	
	Vegetación de galería	
Alta	Bosque de pino	Si se encuentran en una condición de aridez o en una pendiente de más de 30 grados, pasa a fragilidad Muy alta.
	Bosque de pino-encino	
	Bosque de encino	
	Bosque de encino-pino	
	Selva mediana subcaducifolia	Si se encuentran en una pendiente de más de 30 grados, pasa a fragilidad Muy alta.
	Selva mediana caducifolia	
	Selva baja subcaducifolia	
	Selva baja caducifolia	
	Matorral subtropical	Si se encuentran en una pendiente de más de 30 grados, pasa a fragilidad Muy alta.
	Matorral submontano	
	Matorral crasicaule	
	Matorral sarcocaule	
	Matorral sarco-crasicaule	
	Matorral desértico rosetófilo	
	Matorral desértico micrófilo	
	Chaparral	
Media	Bosque de táscate	
	Bosque bajo abierto	
	Pastizal natural (semidesértico)	
	Matorral espinoso	
	Mezquital	
	Vegetación de desiertos arenosos	
	Vegetación de dunas costeras	
	Pradera de alta montaña	
	Salinas	
	Vegetación halófila	
	Vegetación gypsófila	
	Pastizal halófilo	
	Pastizal gypsófilo	
Baja	Sabana	
	Pastizal-huizachal	
	Áreas sin vegetacion aparente	
	Palmar	
Muy baja	Áreas agrícolas	

Imagen 5-5 Nivel de fragilidad de acuerdo con el tipo de vegetación.

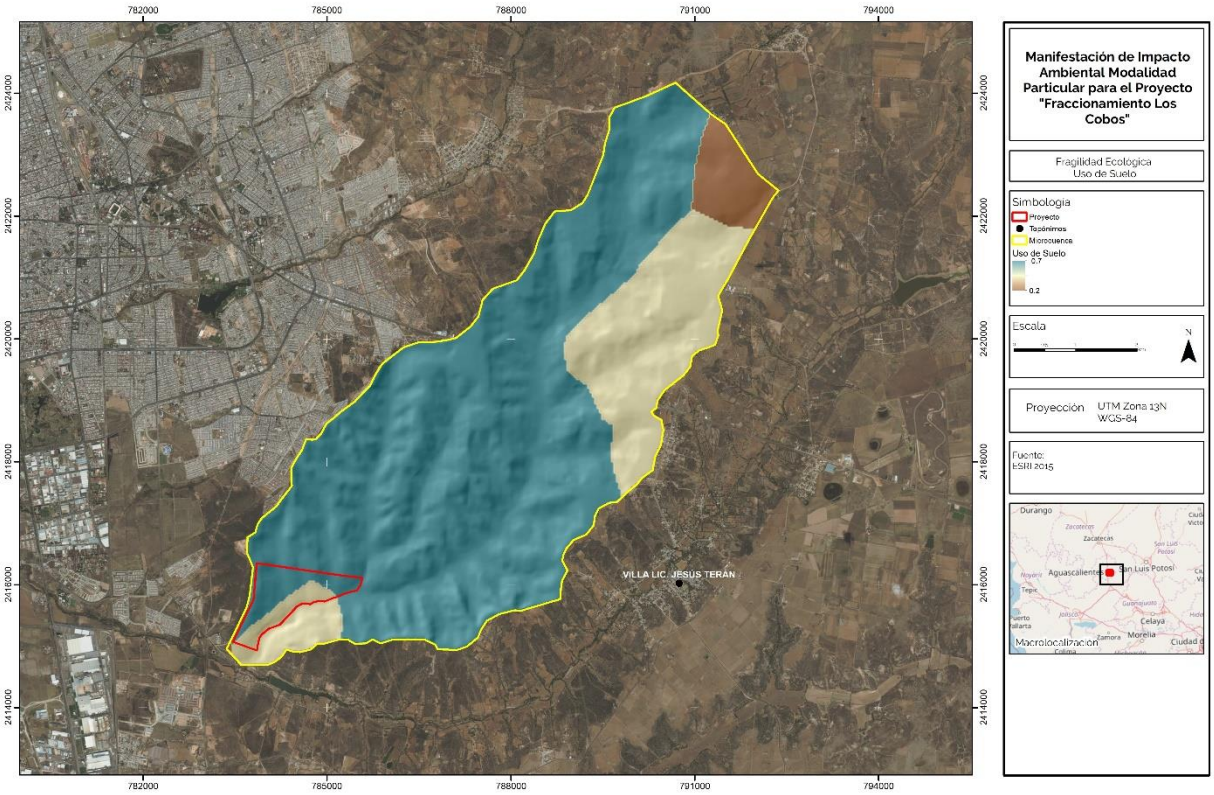


Imagen 5-6 Uso de suelo en el SA

VII.1.4 Pendiente

Se obtuvo la pendiente empleando el Modelo Digital de Elevaciones CEM 3.0 publicado por el INEGI, y se reclasifico de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 42 Valores para la reclasificación de la pendiente de acuerdo con su valor.

Valores	1	0.75	0.5	0.25
Pendiente	>25°	25°-15°	15°-6°	6°-0°

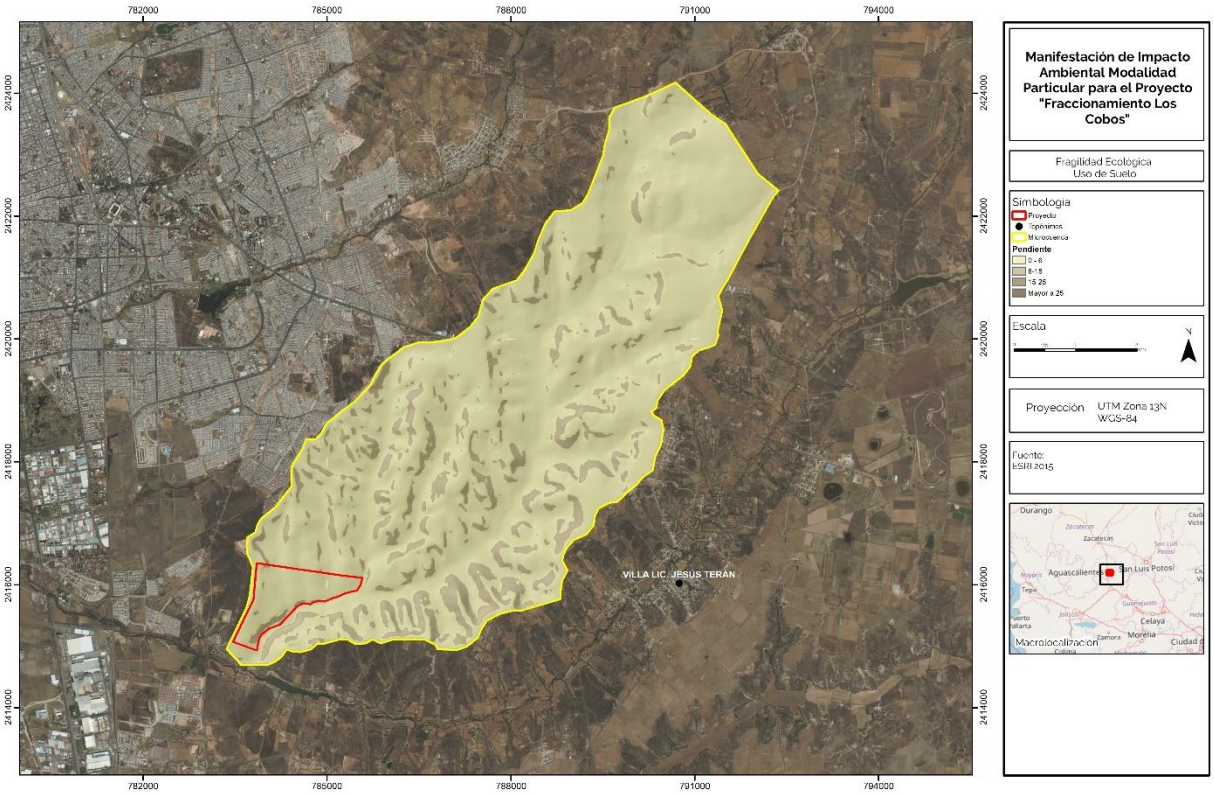


Imagen 5-7 Pendiente en el SA

VII.2 Resultados

Finalmente, al efectuar la fórmula antes mencionada se obtuvo el siguiente mapa donde se puede observar que el proyecto se encuentra en una zona con fragilidad de media a alta, por lo que no se prevén actividades para la protección de tierras frágiles, sin embargo, con las medidas de mitigación y los programas de reforestación se tendrá una ganancia ambiental por la recuperación de suelo y vegetación a mediano plazo.

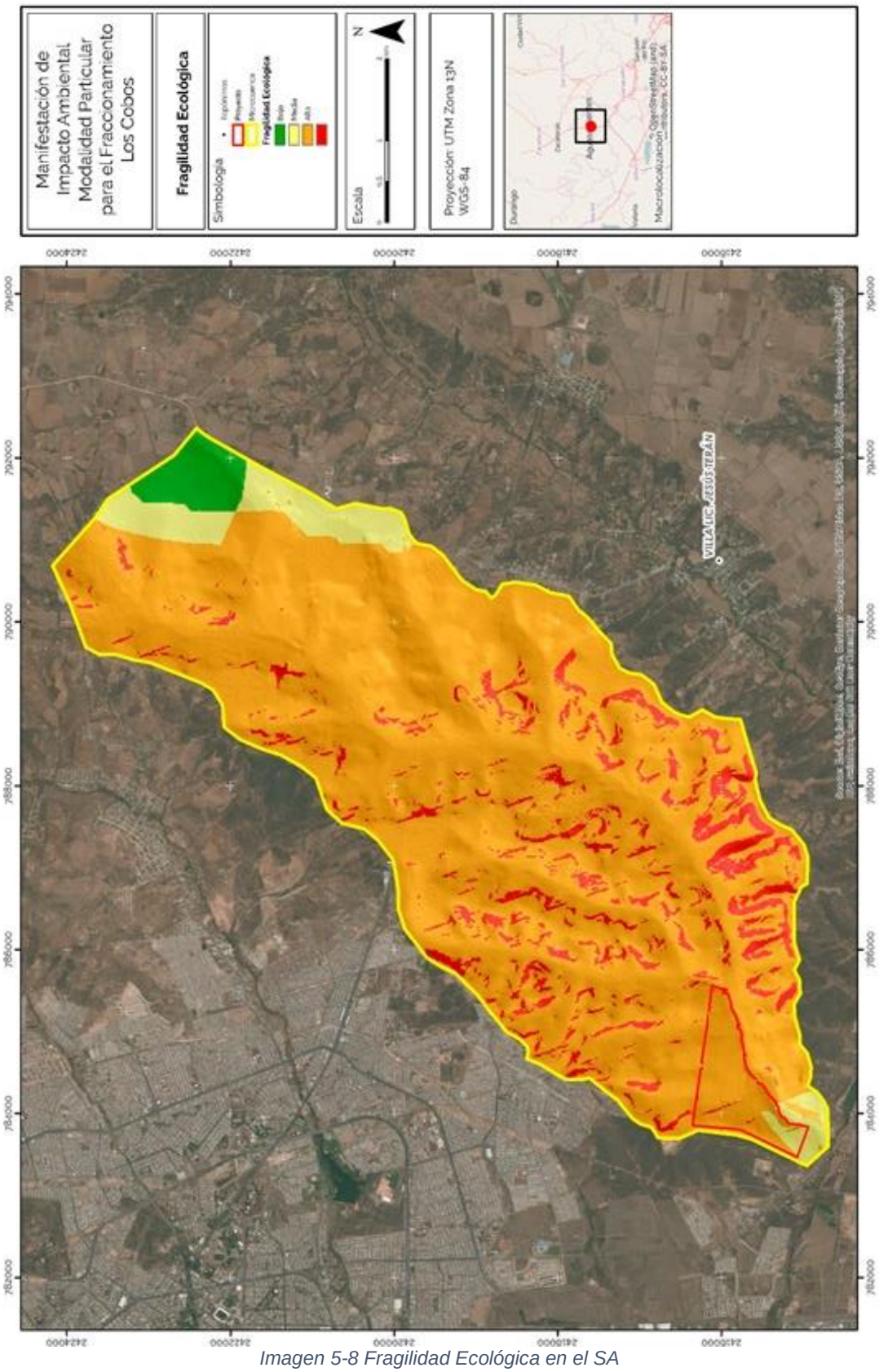


Imagen 5-8 Fragilidad Ecológica en el SA

La fragilidad ambiental permite identificar que de manera genera, el proyecto se ubica en un área de fragilidad media a media-alta. Lo anterior debido a la interacción de los principales elementos que conforman el mapa de fragilidad ecológica. Sin embargo, existe un elemento que destaca sobre los otros para determinar la fragilidad ecológica del predio, y se encuentra representada por la pendiente del predio.

Por lo tanto, en un análisis general de la fragilidad ecológica del predio con respecto al SA, se encuentra que las áreas más frágiles corresponden a los cauces presentados en el capítulo 2 del presente estudio e identificados como los impactos ambientales 1: Modificación del patrón hidrológico superficial, presentado como el principal impacto ambiental generado por el proyecto y que será atendido de manera adecuada en el capítulo 8 correspondiente.

5.6 Presiones que inciden en la integridad funcional del SA

El área se encuentra en franco estado de degradación, donde los procesos bióticos han sido claramente alterados por el avance de la frontera agropecuaria y el crecimiento de la mancha urbana. Debido a lo anterior es importante el desarrollo de proyectos como el solicitado mediante la presente MIA, ya que permiten una urbanización organizada, aplicando correctas medidas de mitigación y atendiendo lo dispuesto en los diversos ordenamientos territoriales y urbanos.

Por otro lado, en la imagen se muestran los relictos de vegetación existentes en el SA y las corrientes de agua que conforman el área de influencia del proyecto, es importante destacar que dichas áreas corresponden a las áreas de alto valor ambiental y que deberán ser sujetas a medidas correctivas y de mitigación de impacto ambiental, mismas que se presentan en el capítulo 6 correspondiente.

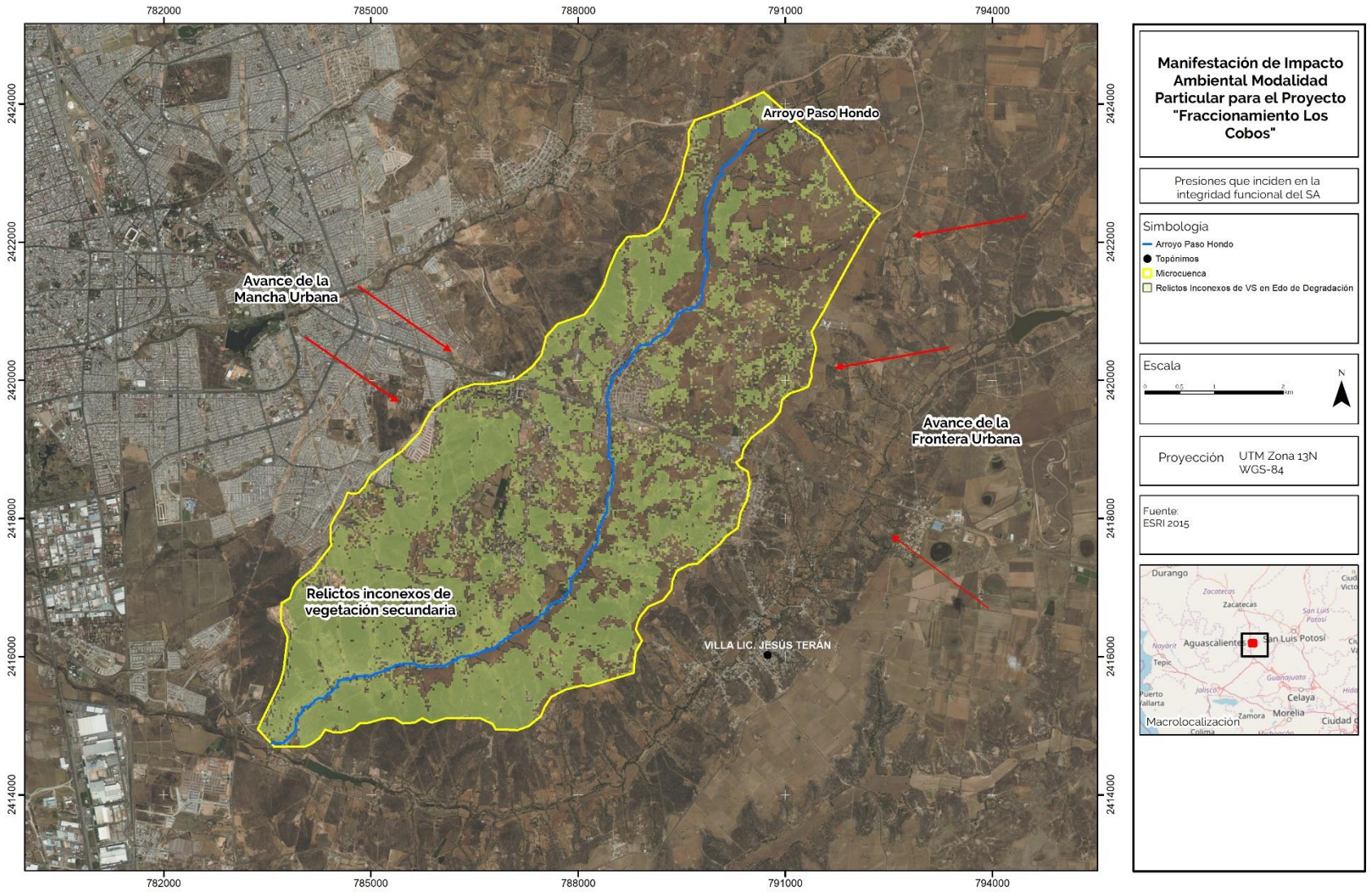


Imagen 5-9 Presiones que inciden en la integridad funcional del SA

5.7 Metodología cuantitativa para evaluar aspectos clave del ecosistema

Se llevó a cabo una metodología cuantitativa para determinar el impacto ambiental existente sobre los cuatro elementos del paisaje más susceptibles de sufrir alteraciones por el desarrollo del proyecto. Flora, Fauna, Suelo y Agua.

- Flora: La superficie forestal en el área del proyecto es de 124.12 hectáreas con la presencia de vegetación correspondiente a matorral crassicaule. El porcentaje de ocupación del tipo de vegetación en proyecto en comparación con la microcuenca delimitada es de 3.29%, ya que el porcentaje que representa en matorral crassicaule en la unidad de análisis es de 4.37% con una superficie de 2,840.0267 hectáreas. No obstante esta referencia es una primera aproximación para discernir si habrá afectación en la biodiversidad del tipo de vegetación en el área solicitada. Para obtener la información de la diversidad florística dentro de la microcuenca delimitada y la superficie del proyecto, se levantaron 9 sitios de muestreo dirigidos en la unidad de análisis donde la superficie muestreada fue de 0.9 hectáreas y en la superficie solicitada se levantaron 7 sitios de muestro dirigidos en una superficie de 0.7 hectáreas.

Comparación de la abundancia de las especies en el SA y la superficie forestal en el AP.

Estrato arbóreo

Respecto a los datos obtenidos de abundancia por hectárea en el SA y en el AP, nos muestra una diferencia poco significativa, ya que en la unidad de análisis se obtuvo un total de 90 individuos por hectárea distribuidos en 2 especies, a diferencia del AP donde se registró una abundancia de 80 individuos por hectárea distribuidos en las mismas 2 especies, lo que nos permite considerar que el AP se encuentra mejor conservada, principalmente la vegetación primaria en contraste con AP, tal como se muestra a continuación.

Tabla 43 Comparación de índices de diversidad y abundancia entre el SA y el AP.

Nombre científico	NOM-059	Abundancia por hectárea SA	Abundancia por hectárea AP	IVI SA	IVI AP
Acacia schaffneri	SC	12	26	40.661	90.239
Prosopis laevigata	SC	78	54	259.339	209.761
	Total	90	80	300	300

Al comparar el valor de importancia de las especies presentes en el AP, se observó que el huizache chino (*Acacia schaffneri*) fue la que presenta el índice de valor de importancia más bajo, con un valor más alto dentro del AP (90.239), en comparación con los 40.661 obtenidos en el SA, lo cual indica que dentro del predio juega un papel preponderante, sin embargo, cabe destacar que esta especie, a pesar de crecer de forma natural en el tipo de vegetación por afectar, tiende a desarrollarse en sitios perturbados y es resistente a limitantes como baja fertilidad, estrés hídrico, suelos compactados, pH extremos o salinidad elevada, entre otros factores (Vázquez Yanes, 1995), algunas de estas condiciones se pueden observar en el AP debido al pastoreo, al continuo flujo de personas y vehículos y a la cercanía del predio con la mina de tepetate con la que colinda, lo que propicia que en área donde se removerá la vegetación forestal dicha especie se desarrolle de forma más abundante que en el SA, la cual se encuentra mejor conservada. Es importante mencionar que este taxón se encuentra mejor representado en el estrato arbustivo dentro de la unidad de análisis en comparación con el predio.

Por otro lado, la especie que obtuvo el mayor índice de valor de importancia dentro del AP es el mezquite (*Prosopis laevigata*) con valor de 209.761 y una abundancia por hectárea de 54 individuos, sin embargo en el SA dicha especie se encuentra mejor representada con una abundancia por hectárea de 78 individuos y un índice de valor de importancia de 259.339.

Es importante mencionar que ninguna de las dos especies reportadas para este estrato se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de riesgo, además de que ambas están bien representadas en el SA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparativa de las densidades de individuos, ambas especies resultaron con una ligera diferencia, por lo que se propone que sean incluidas en las

acciones de reforestación con la finalidad de aminorar los efectos negativos causados por la ejecución del proyecto y así no comprometer la diversidad de especies, manteniendo la estructura de la misma, por lo que se propone utilizar 1,410 individuos de huizache chino (*Acacia schaffneri*) y 5,640 de mezquite (*Prosopis laevigata*) dentro de una superficie de 14.1 hectáreas, donde se pretende llevar a cabo el programa de rescate de flora, así como la reforestación, en el cual se presentan las características y densidades necesarias para realizar dichas acciones.

Comparativa de los valores de diversidad de especies en el estrato arbóreo.

Analizando los resultados obtenidos se concluye que la estructura de la vegetación de este estrato no se verá afectada por la implementación del proyecto, donde en el SA se encontró una riqueza de 2 especies al igual que en la superficie solicitada, la diversidad calculada (H') resultó menor en el SA ya que se obtuvo un valor de 0.397 indicando una diversidad baja y en la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto se obtuvo un valor de 0.628, lo que indica una diversidad baja; el valor de equidad resultó menor en SA (0.573), a diferencia del AP donde se obtuvo un valor de 0.906 lo que nos muestra que este valor entre más cercano se encuentra a 1, los individuos se encuentran igualmente distribuidos entre las especies presentes en la unidad de análisis correspondiente. Sin embargo, a pesar de que dentro del SA los valores fueron menores que en el predio, las diferencias son poco significativas si se toma en cuenta que únicamente se registraron dos especies y que para el tipo de vegetación denominado matorral crassicaule, las especies dominantes son las cactáceas, las cuales pueden estar asociadas a especies arbóreas. Sin embargo, para no comprometer la permanencia de estas especies dentro del SA, se incluirán en el programa de reforestación.

Tabla 44 Índices de diversidad de especies en el AP y en el SA.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J)	Diferencia (H'max-H')
SA	Arbóreo	2	0.397	0.693	0.573	0.296
AP		2	0.628	0.693	0.906	0.065

Estrato arbustivo

Respecto a los datos obtenidos de abundancia por hectárea en el SA delimitada y en la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto, nos muestra una diferencia significativa, ya que en la unidad de análisis se obtuvo un total de 22,047 individuos por hectárea distribuidos en 20 especies, a diferencia del AP donde se registró una abundancia de 9,903 individuos por hectárea distribuidos en 19 especies, lo que nos permite considerar que el SA delimitado se encuentra mejor conservado, sin embargo se debe tomar en cuenta que existen especies que únicamente están reportadas dentro del AP, correspondientes a especies características de vegetación secundaria de matorral, las cuales se desarrollan en lugares perturbados, por factores como el sobrepastoreo y otras fuentes antropogénicas, sin embargo, las especies distintivas de la vegetación primaria, por ejemplo el huizache (*Acacia farnesiana*), la estrellita (*Galinsoga quadriradiata*), la siricua (*Plumbago pulchella*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*), sí se encuentran ampliamente representadas en el SA en comparación con el AP.

Tabla 45 Índices de diversidad y abundancia de especies arbustivas en el SA y en el AP.

Nombre científico	NOM-059	Abundancia por hectárea SA	Abundancia por hectárea AP	IVI SA	IVI AP
Acacia farnesiana	SC	58	9	4.563	5.350
Acacia schaffneri	SC	133	34	8.132	5.609
Adenophyllum sp.	SC	2	3	1.085	1.783
Artemisia ludoviciana	SC	204	3	7.379	1.783
Asclepias linaria	SC	27		1.196	
Baccharis pteronioides	SC		14		1.899
Brickellia veronicifolia	SC	1162	140	14.949	6.677
Buddleja sp. 1	SC		3		1.783
Buddleja scordioides	SC		391		10.970
Croton sp.	SC	49	9	5.598	1.841
Galinsoga quadriradiata	SC	344	63	9.089	7.652
Gymnosperma glutinosum	SC	1853	1677	14.858	27.462
Hyptis albida	SC	153	3	3.921	1.783
Lantana camara	SC	118	14	5.911	3.653
Mimosa monancistra	SC	1520	774	16.572	20.100

Nombre científico	NOM-059	Abundancia por hectárea SA	Abundancia por hectárea AP	IVI SA	IVI AP
Mirabilis viscosa	SC		9		1.841
Nicotiana glauca	SC	27		2.271	
Piqueria trinervia	SC	7		1.106	
Plumbago pulchella	SC	7		1.106	
Prosopis laevigata	SC	416	46	8.337	5.725
Salsola kali subsp. *tragus*	SC	18	31	1.156	3.826
Schinus molle	SC	2		1.085	
Verbesina serrata	SC	9998	946	55.026	20.076
Zaluzania angusta	SC	5949	5734	36.661	70.186
	Total	22047	9903	200	200

Al comparar el valor de importancia de las especies presentes en el AP, se observó que las que presentaron el mayor valor corresponden a la cenicilla (*Zaluzania angusta*) con 70.186, limpia tunas (*Gymnosperma glutinosum*) con 27.462 y el gatuño (*Mimosa monancistra*) con 20.100. Dichas especies se encuentran reportadas dentro del SA, sin embargo, presentan un índice de valor de importancia más bajo respecto al predio, sin embargo, dicha diferencia se debe a la forma en la que se distribuyen las especies dentro de las dos unidades de análisis, además se debe considerar que la abundancia por hectárea para las tres especies fue mayor dentro del SA. Cabe indicar que la cenicilla (*Zaluzania angusta*) posee uno de los valores de importancia más altos para la microcuenca (36.661), sólo precedida de la vara blanca (*Verbesina serrata*) que presenta un valor de 55.026.

Por otro lado, las especies que resultaron con el menor índice de valor de importancia dentro de la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto son cempasúchil (*Adenophyllum* sp.), estafiate (*Artemisia ludoviciana*), *Buddleja* sp. 1 y salvia (*Hyptis albida*), todas ellas con un valor de 1.783 y una abundancia por hectárea de 3 individuos. Debe mencionarse que de las cuatro especies, *Buddleja* sp. 1 únicamente se encuentra reportada dentro de la superficie solicitada, situación que se presenta también para la hierba del sapo (*Baccharis pteronioides*), la salvilla (*Buddleja scordioides*) y la maravillita (*Mirabilis viscosa*), las cuales corresponden a vegetación

secundaria, la cual sustituye a la vegetación primaria por diversas causas entre las que se encuentra el sobrepastoreo, incendios, etc., donde actualmente existe evidencia de la recuperación de las comunidades vegetales en alguna etapa sucesional (INEGI,2004), por ello dichas especies no serán contempladas dentro del programa de rescate debido a la facilidad de propagación que dichas especies tienen en áreas degradadas, además de que la finalidad de establecer la reforestación y el rescate es llevar la superficie de 14.1 hectáreas a condiciones óptimas propias de la vegetación primaria de matorral crassicaule.

Respecto a los datos obtenidos mediante la estimación de la densidad relativa y el índice de valor de importancia tanto para la microcuenca, como para la superficie solicitada para el desarrollo del proyecto, se determinó llevar a cabo el rescate de las especies características del matorral crassicaule, esto con la finalidad de llevar la superficie donde se van a implementar los programas ambientales a las condiciones que propicien el desarrollo de la vegetación primaria y, de esta forma, mitigar el impacto que se generaría con la construcción del proyecto sobre las especies de flora, para este caso, sobre el estrato arbustivo, dichas especies son: *Croton* sp. de la cual se rescatarán 2,820 individuos y 7,050 de estrellita (*Galinsoga quadriradiata*). En cuanto a las actividades de reforestación, para el caso del mezquite (*Prosopis laevigata*) se utilizarán 5,640 plantas y para huizache (*Acacia farnesiana*) y huizache chino (*Acacia schaffneri*) se requerirán 1,410 individuos de cada especie, esto en vista de que no es posible efectuar el rescate y reubicación de los especímenes presentes en el predio, debido a las características del sistema radicular que poseen estas especies, el cual puede alcanzar profundidades de hasta 50 metros y hasta 15 metros en sus laterales (Rodríguez, *et al.*, 2014), el cual podría resultar dañado durante la remoción y posterior reubicación de los individuos, conllevando a elevar la mortalidad de las especies rescatas.

Es importante mencionar que ninguna de las especies reportadas para este estrato se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de riesgo.

Comparativa de los valores de diversidad de especies en el estrato arbustivo.

Analizando los resultados obtenidos se concluye que la estructura de la vegetación de este estrato no se verá afectada por la implementación del proyecto, donde en el SA se encontró una riqueza

de 20 especies a diferencia del AP donde se registraron 19 especies, la diversidad calculada (H') resultó mayor en el SA ya que se obtuvo un valor de 1.594 indicando una diversidad media y en la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto se obtuvo un valor de 1.370 lo que indica de igual manera una diversidad media; el valor de equidad resultó mayor en el SA con 0.532 a diferencia del AP donde se obtuvo un valor de 0.465 lo que nos muestra que este valor entre más cercano se encuentra a 1, los individuos se encuentran igualmente distribuidos entre las especies presentes en la unidad de análisis correspondiente, sin embargo, pese a que existen especies que únicamente están reportadas para el proyecto, estas corresponden a vegetación indicadora de disturbio, la cual de forma natural, no corresponde a la vegetación primaria del matorral crassicaule, por lo que no se va llevar a cabo rescate de dichas especies.

Tabla 46 Índices de diversidad de especies en el AP y en el SA.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J)	Diferencia (H'max-H')
SA	Arbustivo	20	1.594	2.996	0.532	1.401
AP		19	1.370	2.944	0.465	1.574

Estrato arbóreo

Respecto a los datos obtenidos de abundancia por hectárea en el SA y en el AP, nos muestra una diferencia poco significativa, ya que en la unidad de análisis se obtuvo un total de 90 individuos por hectárea distribuidos en 2 especies, a diferencia de la superficie del AP donde se registró una abundancia de 80 individuos por hectárea distribuidos en las mismas 2 especies, lo que nos permite considerar que el SA se encuentra mejor conservado, principalmente por la presencia de vegetación primaria en contraste el AP.

Tabla 47 Comparación de índices de diversidad y abundancia entre la microcuenca y el predio.

Nombre científico	NOM-059	Abundancia por hectárea SA	Abundancia por hectárea AP	IVI SA	IVI AP
Acacia schaffneri	SC	12	26	40.661	90.239
Prosopis laevigata	SC	78	54	259.339	209.761
	Total	90	80	300	300

Al comparar el valor de importancia de las especies presentes en el AP, se observó que el huizache chino (*Acacia schaffneri*) fue la que presenta el índice de valor de importancia más bajo, con un valor más alto dentro del AP (90.239), en comparación con los 40.661 obtenidos en el SA, lo cual indica que dentro del predio juega un papel preponderante, sin embargo, cabe destacar que esta especie, a pesar de crecer de forma natural en el tipo de vegetación por afectar, tiende a desarrollarse en sitios perturbados y es resistente a limitantes como baja fertilidad, estrés hídrico, suelos compactados, pH extremos o salinidad elevada, entre otros factores (Vázquez Yanes, 1995), algunas de estas condiciones se pueden observar en el AP debido al pastoreo, al continuo flujo de personas y vehículos y a la cercanía del predio con la mina de tepetate con la que colinda, lo que propicia que en área donde se removerá la vegetación forestal dicha especie se desarrolle de forma más abundante que en el SA, el cual se encuentra mejor conservado. Es importante mencionar que este taxón se encuentra mejor representado en el estrato arbustivo dentro de la unidad de análisis en comparación con el predio.

Por otro lado, la especie que obtuvo el mayor índice de valor de importancia dentro del AP es el mezquite (*Prosopis laevigata*) con valor de 209.761 y una abundancia por hectárea de 54 individuos, sin embargo en el SA dicha especie se encuentra mejor representada con una abundancia por hectárea de 78 individuos y un índice de valor de importancia de 259.339.

Es importante mencionar que ninguna de las dos especies reportadas para este estrato se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de riesgo, además de que ambas están bien representadas en el SA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comparativa de las densidades de individuos encontrados en el SA y en el AP, ambas especies resultaron con una ligera diferencia, por lo que

se propone que sean incluidas en las acciones de reforestación con la finalidad de aminorar los efectos negativos causados por la ejecución del proyecto y así no comprometer la diversidad de especies, manteniendo la estructura de la misma, por lo que se propone utilizar 1,410 individuos de huizache chino (*Acacia schaffneri*) y 5,640 de mezquite (*Prosopis laevigata*) dentro de una superficie de 14.1 hectáreas, donde se pretende llevar a cabo el programa de rescate de flora, así como la reforestación.

Comparativa de los valores de diversidad de especies en el estrato arbóreo.

Analizando los resultados obtenidos se concluye que la estructura de la vegetación de este estrato no se verá afectada por la implementación del proyecto, donde en el SA se encontró una riqueza de 2 especies al igual que en el AP, la diversidad calculada (H') resultó menor en el SA ya que se obtuvo un valor de 0.397 indicando una diversidad baja y en la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto se obtuvo un valor de 0.628, lo que indica una diversidad baja; el valor de equidad resultó menor en el SA (0.573), a diferencia del AP donde se obtuvo un valor de 0.906 lo que nos muestra que este valor entre más cercano se encuentra a 1, los individuos se encuentran igualmente distribuidos entre las especies presentes en la unidad de análisis correspondiente. Sin embargo, a pesar de que en el SA los valores fueron menores que en el predio, las diferencias son poco significativas si se toma en cuenta que únicamente se registraron dos especies y que para el tipo de vegetación denominado matorral crassicaule, las especies dominantes son las cactáceas, las cuales pueden estar asociadas a especies arbóreas como las reportadas en el presente estudio. Sin embargo, para no comprometer la permanencia de estas especies dentro de SA, se incluirán en el programa de reforestación.

Tabla 48 Índices de diversidad de especies en el AP y en el SA.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J)	Diferencia (H'max-H')
SA	Arbóreo	2	0.397	0.693	0.573	0.296
AP		2	0.628	0.693	0.906	0.065

Cactáceas

Respecto a los datos obtenidos de abundancia por hectárea en el SA y en la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto, nos muestra una diferencia poco significativa, ya que en la unidad de análisis se obtuvo un total de 204 individuos por hectárea distribuidos en 7 especies, a diferencia de la superficie del proyecto donde se registró una abundancia de 249 individuos por hectárea distribuidos en las mismas 7 especies, por tanto, tomando en cuenta que el matorral crassicaule se caracteriza por la presencia de especies crasas (con tallos carnosos), es necesario implementar medidas para evitar comprometer la permanencia de las especies que se verían afectadas por la remoción de la vegetación.

Tabla 49 Comparación de índices de diversidad y abundancia entre la microcuenca y el predio.

Nombre científico	NOM -059	Abundancia por hectárea SA	Abundancia por hectárea AP	IVI SA	IVI AP
Cylindropuntia imbricata	SC	38	54	41.555	44.061
Mammillaria uncinata	SC	2	3	6.215	4.853
Opuntia engelmannii* ssp. *lindheimeri	SC	10	23	12.584	20.307
Opuntia jaliscana	SC	16	19	15.301	11.175
Opuntia robusta	SC	6	11	15.538	15.709
Opuntia streptacantha	SC	56	94	50.251	63.857
Opuntia tomentosa	SC	78	44	58.556	40.038
	Total	204	249	200.000	200.000

Al comparar el valor de importancia de las especies presentes en el AP se observó que las que presentaron el mayor valor de importancia son *Opuntia streptacantha* (63.857), *Cylindropuntia imbricata* (44.061) y *Opuntia tomentosa* (40.038), todas ellas representadas dentro del SA, con los valores de importancia más altos cuyas diferencias son poco significativas.

Por otro lado, las especies que resultaron con el menor índice de valor de importancia dentro del AP son *Mammillaria uncinata* con un valor de 4.853, *Opuntia jaliscana con 11.175* y *Opuntia robusta* con 15.709, sin embargo en el SA las tres especies se encuentran representadas al haber obtenido valores de importancia de 6.215, 15.301 y 15.538 respectivamente. Es importante

mencionar que independientemente del índice de valor de importancia obtenido o de la abundancia relativa, todas las especies pertenecientes a este grupo serán incluidas dentro del programa de rescate y reubicación de flora, con el fin de conservar la diversidad genética presente en el predio.

De las especies reportadas dentro de la microcuenca, así como en los donde se desarrollará el proyecto, ninguna de ellas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en alguna categoría de riesgo.

Comparativa de los valores de diversidad de especies para las cactáceas.

Analizando los resultados obtenidos se concluye que la estructura de la vegetación de este estrato no se verá afectada por la implementación del proyecto, debido a que se encontró la misma riqueza específica y las mismas especies en ambos escenarios, la diversidad calculada (H') resultó menor en el SA ya que se obtuvo un valor de 1.524 indicando una diversidad media y en la superficie donde se pretende llevar a cabo el proyecto se obtuvo un valor de 1.613 lo que indica una diversidad media; el valor de equidad resultó menor en el SA con 0.783 a diferencia del AP donde se obtuvo un valor de 0.829 lo que nos muestra que este valor entre más cercano se encuentra a 1, los individuos se encuentran igualmente distribuidos entre las especies presentes en la unidad de análisis correspondiente. Sin embargo, se debe considerar que la diferencia que existe en los índices de diversidad en el predio y en el SA es mínimo, no obstante, para evitar comprometer la permanencia de las especies de cactáceas se implementará un programa de rescate y reubicación de especies de flora en una superficie de 14.1 hectáreas.

Tabla 50 Índices de diversidad de especies en el AP y en el SA.

Unidad de análisis	Estrato	Riqueza (S)	Diversidad calculada (H')	Diversidad máxima (H'max)	Equidad (J)	Diferencia (H'max-H')
SA	Cactáceas	7	1.524	1.946	0.783	0.421
AP		7	1.613	1.946	0.829	0.332

- Fauna: Al comparar la microcuenca y el área donde se desarrollará el proyecto, se observa que la riqueza específica es mayor dentro de la microcuenca en todos los grupos faunísticos muestreados, en el caso de los anfibios y los reptiles, todas las especies registradas en el área solicitada fueron observadas en la microcuenca, siendo menor el número de organismos en el área del proyecto (para los reptiles 80 individuos en la microcuenca y 49 individuos para el área solicitada. Para los anfibios 12 individuos en la microcuenca y 3 individuos para el área solicitada). Para el caso de las aves el número de organismos por especie también fue menor en el en el área del proyecto con 199 organismos repartidos en 20 especies, mientras que en la microcuenca se registraron 385 individuos pertenecientes a 32 especies. En el grupo de los mamíferos se registraron 14 especies (131 ejemplares) dentro de la microcuenca y 9 especies con 64 ejemplares en el predio solicitado.

Anfibios

Dentro del SA se registraron 3 especies de anfibios, de las cuales solamente una fue reportada dentro del AP, a saber el sapo montícola (*Spea multiplicata*) con una abundancia de 3 individuos.

Tabla 51 Abundancia de las especies de anfibios encontrados en los muestreos de SA y dentro del AP.

Nombre científico	NOM-059	Abundancia en el SA	Abundancia en AP	Abundancia relativa en SA	Abundancia relativa en AP
Craugastor augusti		2		16.667	
Anaxyrus cognatus		3		25.000	
Spea multiplicata		7	3	58.333	100
	Total	12	3	100	100

Reptiles

Dentro del AP se registraron 8 especies de reptiles, de estas 6 fueron reportadas dentro del AP. De las cuales *Aspidoscelis gularis* y *Sceloporus grammicus* fueron las especies mejor representadas dentro del SA, situación que se repite en el AP. Todas las especies reportadas en el SA fueron encontradas en la superficie donde se pretende realizar el proyecto.

Tabla 52 Abundancia de las especies de reptiles encontrados en los muestreos de SA y dentro del AP.

Nombre científico	NOM-059	**Abundancia en el SA**	**Abundancia en AP**	**Abundancia relativa en SA**	**Abundancia relativa en AP**
Masticophis taeniatus		3	3	3.750	6.122
Pituophis deppei	Amenazada	4		5.000	
Holbrookia maculata		14		17.500	
Phrynosoma modestum		14	11	17.500	22.449
Sceloporus grammicus	Sujeta a protección especial	16	11	20.000	22.449
Sceloporus spinosus		12	10	15.000	20.408
Aspidoscelis gularis		16	13	20.000	26.531
Crotalus scutulatus	Sujeta a protección especial	1	1	1.250	2.041
	Total	80	49	100	100

Aves

Se observaron 32 especies de aves dentro del SA y 20 dentro del AP. La especie *Carpodacus mexicanus* fue la que presentó la mayor abundancia registrada dentro del SA, seguida de *Columbina inca*, mientras que *Parabuteo unicinctus* presenta la menor abundancia relativa con un valor de 0.003.

La especie *Camptostoma imberbefue* fue la mejor representada en el AP con una abundancia relativa de 9.548, con 19 organismos registrados en 6 puntos de observación, caso contrario el de *Buteo jamaicensis*, *Coragyps atratus* y *Falco sparverius*, ya que fueron las especies con la menor abundancia relativa. Sin embargo, son especies que no presentan problemas de conservación y tienen amplia distribución por lo que no son consideradas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 53 Abundancia de las especies de aves encontrados en los muestreos de SA y dentro del AP.

Nombre científico	NOM-059	Abundancia en el SA	Abundancia en AP	Abundancia relativa en SA	Abundancia relativa en AP
Buteo jamaicensis		2	1	0.519	0.503
Parabuteo unicinctus	Sujeta a protección especial	1		0.260	
Coragyps atratus		2	2	0.519	1.005
Columba livia		24	17	6.234	8.543
Columbina inca		30	14	7.792	7.035
Zenaida macroura		15	14	3.896	7.035
Corvus corax		11	9	2.857	4.523
Quiscalus mexicanus		7	9	1.818	4.523
Geococcyx californianus		24	12	6.234	6.030
Pipilo fuscus		18	11	4.675	5.528
Spizella atrogularis		20		5.195	
Spizella passerina		16	10	4.156	5.025
Zonotrichia leucophrys		6		1.558	
Caracara cheriway		5	3	1.299	1.508
Falco sparverius		4	2	1.039	1.005
Carpodacus mexicanus		37	14	9.610	7.035
Hirundo rustica		15		3.896	
Lanius ludovicianus		6		1.558	
Toxostoma curvirostre		28	14	7.273	7.035
Dendroica coronata		4		1.039	
Melanerpes uropygialis		14	9	3.636	4.523
Picoides scalaris		6		1.558	
Auriparus flaviceps		2		0.519	
Sialia mexicana		5		1.299	
Cynanthus latirostris		5	4	1.299	2.010
Selasphorus rufus		4		1.039	
Campylorhynchus brunneicapillus		10	9	2.597	4.523
Salpinctes obsoletus		8		2.078	

Nombre científico	NOM-059	Abundancia en el SA	Abundancia en AP	Abundancia relativa en SA	Abundancia relativa en AP
Camptostoma imberbe		20	19	5.195	9.548
Pyrocephalus rubinus		2		0.519	
Sayornis saya		19	14	4.935	7.035
Tyrannus vociferans		15	12	3.896	6.030
	Total	385	199	100	100

Mamíferos

Se observaron 14 especies de mamíferos dentro del SA y 9 dentro del AP. La especie *Peromyscus difficilis* fue la que presentó la mayor abundancia registrada dentro del SA, seguida de *Sylvilagus audubonii*, mientras que *Spilogale gracilis* es la especie que presenta la menor abundancia relativa con un valor 0.763.

Las especies *Peromyscus difficilis* y *Peromyscus maniculatus* fueron las mejor representada en el AP con una abundancia relativa de 20.313, con 13 organismos registrados en los puntos de observación. Caso contrario el de *Spilogale gracilis*, ya que fue la especie con la menor abundancia relativa (1.563), con únicamente un registro. Sin embargo, dicha especie no presenta problemas de conservación y tienen amplia distribución por lo que no es considerada en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 54 Abundancia de las especies de aves encontrados en los muestreos de SA y dentro del AP.

Nombre científico	NOM-059	Abundancia en el SA	Abundancia en AP	Abundancia relativa en SA	Abundancia relativa en AP
Canis latrans		8	4	6.107	6.250
Didelphis virginiana		7	5	5.344	7.813
Balantiopteryx plicata		2		1.527	
Chaetodipus nelsoni		4		3.053	
Dipodomys ordii		7		5.344	
Lepus californicus		13	7	9.924	10.938
Sylvilagus audubonii		19	12	14.504	18.750

Nombre científico	NOM-059	Abundancia en el SA	Abundancia en AP	Abundancia relativa en SA	Abundancia relativa en AP
Baiomys taylori		9		6.870	
Peromyscus difficilis		28	13	21.374	20.313
Peromyscus maniculatus		13	13	9.924	20.313
Reithrodontomys fulvescens		9		6.870	
Spilogale gracilis		1	1	0.763	1.563
Spermophilus variegatus		8	7	6.107	10.938
Myotis thysanodes		3	2	2.290	3.125
	Total	131	64	100	100

Al analizar la diversidad se observa que es mayor la obtenida para todos los grupos en el SA en comparación con la diversidad encontrada en el AP, esto se debe a que el número de especies fue menor en esta superficie, ya que el índice de Shannon-Wiener toma en cuenta el número de especies como el número de organismos por especie. También se debe considerar que la superficie del SA es mayor que la solicitada, por lo que alberga un mayor número de especies, además es importante mencionar que el predio donde se pretende realizar el proyecto se encuentra impactado por actividades pecuarias, así como por la cercanía con la mina de tepetate que se encuentra al norte del polígono, así como por el tránsito continuo de personas y vehículos.

Al ejecutar el programa de rescate y reubicación, así como el ahuyentamiento, se evita poner en riesgo a las especies que se encuentran en el AP, en especial a las especies que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con la implementación de las medidas de mitigación durante las etapas de desmonte y despalme la afectación a la fauna se recudirá, por lo que se espera que cualquier efecto negativo generado hacia la fauna silvestre se pueda mitigar y, en algunos casos, anular.

- Suelos: La erosión se cuantifica empleando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (RUSLE), de acuerdo a la siguiente metodología:

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

Donde:

E = Erosión del suelo en toneladas por hectárea por año

R = Erosividad de la lluvia

K = Erosionabilidad del suelo

LS = Longitud y grado de pendiente

C = Factor de cobertura de la vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas

Esta ecuación estima la pérdida de suelo anual, como valor promedio de un periodo representativo de años, que se producen en una parcela o superficie de terreno por la erosión superficial, laminar y en regueros, ante determinadas condiciones de clima, suelo, relieve, vegetación y usos del suelo. La estimación de la erosión actual permite visualizar la forma en que se comportan los diferentes factores en los escenarios actual y con remoción de vegetación.

Factor R: Erosividad de la lluvia

Representa la capacidad potencial de las lluvias para generar erosión y está en función de las características físicas de las mismas, como intensidad, duración, velocidad y tamaño de gotas. En el caso de México, Cortés (1991) regionalizó las estaciones del país a fin de caracterizar áreas sujetas a condiciones similares de lluvia, obteniendo 14 regiones, de las que generó mediante un análisis de regresión, ecuaciones que permiten estimar el factor R en función de la lluvia para cada una de las regiones.

Tabla 55 Ecuaciones para estimar el valor del Factor R.

Ecuaciones	
p=precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	$R= 1.20785p + 0.002276p^2$
2	$R= 3.45552p + 0.0064704\ p^2$
3	$R= 3.67516p - 0.001720p^2$
4	$R= 2.89594p + 0.002983p^2$

5	$R= 3.48801p - 0.000188p^2$
6	$R= 6.68471p + 0.001680p^2$
7	$R= 0.03338p + 0.006661p^2$
8	$R= 1.99671p + 0.003270p^2$
9	$R= 7.04579p – 0.002096p^2$
10	$R= 6.89375p + 0.000442p^2$
11	$R= 3.77448p + 0.004540p^2$
12	$R= 2.46190p + 0.006067p^2$
13	$R= 10.74273p – 0.001008p^2$
14	$R= 1.50046p + 0.002640p^2$
Fuente: Cortés, 1991.	

El polígono solicitado se encuentra ubicado en la región 4, por lo que le corresponde la ecuación siguiente:

$$R = 2.89594p + 0.002983p^2$$

Por medio de la cual se obtiene el valor total de 2,399.06.

Factor K: Erosionabilidad del suelo

Es la susceptibilidad que presenta un suelo a ser erosionado. Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. De acuerdo a la FAO/UNESCO, este factor se calcula a partir de la textura superficial y a la unidad de suelo a la que pertenezca; para el caso del predio donde se pretende llevar a cabo proyecto, el tipo de suelo que se encuentra es Xerosol Háplico con textura media, por lo que le corresponde un valor de 0.079.

Tabla 56 Ecuaciones para estimar el valor del Factor R.

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		**Textura**		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
A	Acrisol	0.026	0.04	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.02	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.04	0.013

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.02	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.04	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.04	0.013
B(c, d, e, k)	Cambisol crómico, dístrico, eutrico, cálcico	0.026	0.04	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.02	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.02	0.007
Bk	Cambisolm cálcico	0.026	0.04	0.013
B(v, x)	Cambisol vértico, xérico	0.053	0.079	0.026
C(h, k, l)	Chemozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.02	0.007
D(d, g, e)	Podzoluvisol (districo, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.02	0.007
F(a, h, p, o, r, x)	Ferrasol (áctico, húmico,plíntico, ócrico)	0.013	0.02	0.007
G	Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gc	Gleysol calárico	0.013	0.02	0.007
G(d, e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.04	0.013
G(h, m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.02	0.007
G(p, x)	Gleysol plíntico, gélico	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico	0.013	0.02	0.007
I	Litosol	0.013	0.02	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.04	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.02	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.079	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.079	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.02	0.026

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.02	0.026
K(h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.04	0.013
L	Luvisol	0.026	0.04	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.04	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.02	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.04	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.04	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M(a, g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.04	0.013
N(d, e, h)	Nitosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
O(d, e, x)	Histosol (dístrico, eútrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmido	0.026	0.04	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a, c, f, l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.02	0.007
R	Regosol	0.026	0.04	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.04	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.02	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.04	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.04	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.04	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.02	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.02	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.04	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.04	0.013
U	Ranker	0.013	0.02	0.007
V (c, p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol Húmico	0.026	0.04	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.04	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X (k, h, l, g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h, k, l, g, t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.04	0.013
Zg	Solonchal gléyico	0.026	0.04	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.02	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.04	0.013
Zt	Solonchal takírico	0.053	0.079	0.026

Factor LS: Longitud e inclinación de la pendiente

Relaciona la distancia en metros que recorre el agua sobre el terreno antes de cambiar de dirección y el grado de inclinación de dicho fragmento del terreno. Esta relación es importante

puesto que determina la velocidad del flujo, por lo tanto, pendientes más pronunciadas producen velocidades más altas del flujo superficial. Pendientes más largas acumulan escurrimientos de áreas más altas y también resultan en velocidades más altas del flujo superficial.

Entonces ambos resultan en incremento a la erosión potencial, aunque no de una manera lineal, por convencionalismo L y S son incluidas en un solo término. La erosión es directamente proporcional a la pendiente. La longitud de la pendiente (L) y el grado de la pendiente (S) expresado en porcentaje, representan la participación determinante de la topografía en el proceso de pérdida de suelo. A medida que el valor de estos factores aumenta, la perdida de suelo es mayor.

Primeramente, se estima la pendiente media del terreno mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} \times 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Hf = Altura más alta del terreno (m).

Hi = Altura más baja del terreno (m).

L = Longitud de la pendiente (m).

Una vez que se conoce la pendiente media del terreno y su longitud, se procede a la estimación del factor LS mediante la siguiente fórmula:

$$LS = \left(\frac{L}{22.13}\right)^{m} \times (0.065 + 0.045S + 0.0065S^{2})$$

Donde:

L = Longitud de la pendiente (m).

S = Pendiente media del terreno (%).

m = Exponente que depende del grado de la pendiente asumiendo los siguientes valores: m = 0.05 si S ≥ 5%; m = 0.4 si 5 > S > 3%; m = 0.3 si 3 ≥ S ≥ 1%; m = 0.2 si S < 1%.

A partir de esta fórmula, se realizó la estimación de la erosión el AP, obteniendo los siguientes valores para LS:

Tabla 57 Valores de LS para el AP.

Polígono	Elevación		Longitud	s%	LS
	Máxima	Mínima			
1	1962	1905	2000.00	2.85	0.95

Factor C: Manejo y cobertura del suelo

El manejo y la cobertura del suelo representan el grado de protección ejercida por la vegetación, ya sea natural o inducida, en el proceso de erosión. Depende de la combinación entre la cobertura, secuencia de cultivos, prácticas de manejo del lugar y del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo; González (2003) propone el uso de tablas para determinar el valor de C para matorrales en el que se incluye el matorral crassicaule, vegetación existente en el AP.

Tabla 58 Factor C referente al manejo y cobertura del suelo; resaltada la columna, la fila y el valor utilizado para el presente estudio de acuerdo con las características encontradas.

Cubierta vegetal	**Cubierta en contacto con el suelo**	**Tipo**	**Porcentaje de cubrimiento del suelo**					
Tipo y altura de cubierta	**Recubrimiento**		**0**	**20**	**40**	**60**	**80**	**95-100**
Cubierta inapreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.013	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
Plantas herbáceas y matojos (0.5 metros)	25	G	0.36	0.17	0.09	0.038	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.082	0.041	0.011
	50	G	0.26	0.13	0.07	0.035	0.012	0.003
		W	0.26	0.16	0.11	0.075	0.039	0.011
	75	G	0.17	0.1	0.06	0.031	0.011	0.003
		W	0.17	0.12	0.09	0.067	0.038	0.011
Matorral (2 metros)	25	G	0.4	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.4	0.22	0.14	0.085	0.042	0.11

Cubierta vegetal Tipo y altura de cubierta	Cubierta en contacto con el suelo Recubrimiento	Tipo	Porcentaje de cubrimiento del suelo 0	20	40	60	80	95-100
	50	G	0.34	0.16	0.08	0.038	0.012	0.003
		W	0.34	0.19	0.08	0.036	0.012	0.003
	75	G	0.28	0.14	0.08	0.036	0.012	0.003
		W	0.28	0.17	0.12	0.077	0.01	0.011
Arbolado sin matorral pequeño apreciable (4 metros)	25	G	0.42	0.19	0.1	0.041	0.013	0.003
		W	0.42	0.23	0.14	0.087	0.042	0.011
	50	G	0.39	0.18	0.09	0.04	0.013	0.003
		W	0.39	0.21	0.14	0.085	0.042	0.011
	75	G	0.36	0.17	0.09	0.039	0.012	0.003
		W	0.36	0.2	0.13	0.083	0.041	0.011
G: Cubierta en contacto con el suelo formada por pastizal con al menos 5% de humos								
W: Cubierta en contacto con el suelo formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer								

Para efectos del presente estudio, el valor que corresponde es 0.036, debido a que corresponde a un matorral con una cubierta en contacto con el suelo del 50% aproximadamente, la superficie de contacto con el suelo está formada por plantas herbáceas con restos vegetales sin descomponer y hay un porcentaje de cubrimiento del suelo del 60%.

Factor P: Prácticas de conservación

Este factor representa el efecto que tienen las prácticas de tipo mecánicas como cultivos en contorno, en fajas y terrazas en el proceso de la erosión hídrica. Su valor está en función de la pendiente del terreno, dada principalmente por la topografía.

Para el caso del AP el valor que se le asignó a este factor es 1, ya que actualmente en la superficie no existe ningún tipo de obra de conservación de suelos.

Por lo tanto, una vez obtenidos los valores de cada uno de los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, se estimó que con las condiciones del terreno, la cobertura vegetal existente y el régimen de lluvias, dentro del AP, anualmente se pierden 732.62 toneladas de suelo

Erosión con la remoción de la vegetación

Para la modelación del escenario de erosión, se parte del supuesto de realizar el desmonte y despalme, y que el suelo se encuentra totalmente desprotegido.

Debido a que los valores de los factores R, K y LS no dependen de la cobertura de la vegetación, siguen siendo los mismos que se utilizaron para el escenario de la erosión actual dentro del predio. Sin embargo, el factor C toma un valor de 1, el cual corresponde a un suelo totalmente desprotegido de vegetación y por lo tanto, es susceptible a los factores externos como son la lluvia y el viento.

Para el caso del factor P, al igual que en el escenario actual, una vez que se realice el desmonte y despalme, no se realizará ningún tipo de obra de conservación, por lo tanto, el valor que se le asignó a este factor es equivalente a 1.

Por lo tanto, una vez que se conocen los valores de cada uno de los factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, se obtuvo que dentro del AP, una vez que se remueva la vegetación, la erosión aproximada que presentará el terreno es de 20,350.63 toneladas por año.

- Captación de agua en el predio: Para determinar la capacidad de recarga del acuífero, se empleó la siguiente metodología:

Para obtener el balance hídrico actual en el AP se utilizó la metodología reportada por la NOM-011-CONAGUA-2015, la cual se describe con la siguiente expresión:

$$I = P - ETR - VEA$$

Dónde:

I = Infiltración

P = Precipitación

ETR = Evapotranspiración

VEA = Escurrimiento superficial

Cada uno de estos factores se calculó para obtener el balance hidrológico actual dentro del AP.

Para el caso de la precipitación, se tomaron los datos de precipitación que registran las tres estaciones meteorológicas más cercanas al predio que abarcan el periodo 1951-2010, lo que resultó en una precipitación anual promedio de 534.33 mm, que equivalen a 603,792.90 metros cúbicos anuales dentro del AP.

Para la evapotranspiración se estimó mediante la fórmula de Coutagne (Campos, 1996), mediante la utilización del siguiente modelo:

$$\mathrm{ETR} = \mathrm{P} - \mathrm{xP}^2$$

Dónde:

P = Precipitación en metros anuales

x = 1/(0.8+0.14t)

t = Temperatura media anual en grados centígrados

Por lo tanto, se obtuvo que para el AP la evapotranspiración real es de 501,889.98 metros cúbicos anuales.

Para el caso del volumen de escurrimiento anual, primeramente se requiere conocer el coeficiente de escurrimiento (Ce), tal como se muestra a continuación:

Cuando K resulta menor o igual que 0.15:

$$\mathrm{Ce} = \frac{\mathrm{K}(\mathrm{P} - 250)}{2000}$$

Cuando K es mayor que 0.15:

$$\mathrm{Ce} = \frac{\mathrm{K}(\mathrm{P} - 250)}{2000} + \frac{\mathrm{K} - 0.15}{1.5}$$

Los valores de K están en función del tipo y uso del suelo.

Tabla 59 Tipos de suelo utilizados para estimar el valor de K..

Tipo de suelo	Características
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y los poco compactos.
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o los muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.

Tabla 60 Valores de K tomando en cuenta los usos y tipos de suelo.

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	**B**	**C**
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En Hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	0.24	0.27	0.3
Pastizal (% del suelo cubierto o pastoreo):			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Para el caso del AP, se utilizó el valor de 0.22, que corresponde a suelos medianamente permeables (tipo B), con una cobertura de vegetación que va del 50 al 75%. Por lo que, se utilizó la formula correspondiente a valores de K mayores a 0.15, obteniendo un coeficiente de escurrimiento de 0.0779.

Una vez ya determinado el valor de coeficiente de escurrimiento (Ce), se calculó el volumen de escurrimiento anual mediante la siguiente fórmula:

$$VEA = P \times \text{Superficie de Afectación} \times Ce$$

Dónde:

P = Precipitación en metros

Superficie de Afectación = Superficie en metros cuadrados

Ce = Coeficiente de escurrimiento

Posteriormente teniendo los valores a sustituir en el modelo, se obtuvo que, el volumen de escurrimiento en el predio, es de 47,061.41 metros cúbicos anuales.

Finalmente, ya que se tienen los valores de precipitación, evapotranspiración y volumen de escurrimiento anual, se procedió al cálculo de la cantidad de agua que se infiltra actualmente en el predio, obteniendo un valor total de 54,841.52 metros cúbicos anuales.

Captación con la remoción de la vegetación

Para estimar la obtención de la cantidad de agua que se captaría en el AP, bajo el supuesto de haber realizado la remoción de la vegetación, se utilizó la metodología antes mencionada. Mediante el análisis de los factores que intervienen en el modelo se determinó que los valores correspondientes al factor precipitación y el factor evapotranspiración no dependen de la cobertura de la vegetación, por lo tanto ambos se conservan de la misma forma en que se utilizaron en el escenario antes mencionado, por lo tanto se considera que el valor de precipitación es de 603,792.90 metros cúbicos anuales y el valor para la evapotranspiración es de 501,889.98 metros cúbicos anuales.

Sin embargo, para el coeficiente de escurrimiento se considera un valor de K de 0.28, que si bien sigue siendo el mismo tipo de suelo, este valor cambia debido a que el nuevo uso corresponde a la categoría de “Barbecho, áreas incultas y desnudas”.

Una vez que se hace la sustitución de los valores se obtiene un coeficiente de escurrimiento de 0.1265, lo que ocasiona el aumento del valor del volumen de escurrimiento de 47,061.41 a 76,363.42 metros cúbicos y en consecuencia la cantidad de agua que puede ser captada por el suelo se reduce a 25,539.51, lo que indica un déficit de 29,302.01 metros cúbicos anuales

- La construcción de toda obra de infraestructura conlleva afectaciones, entre ellas está la reducción de los servicios ambientales, tales como la captación de agua. Sin embargo, estas afectaciones pueden ser disminuidas con la conservación de las zonas arboladas, ya que estas impiden el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada y permiten que sea canalizada lentamente por las hojas, ramas y troncos hacia el suelo.

  La conservación del recurso agua es de suma importancia, por lo que para este proyecto se realizó un análisis comparativo de la infiltración que se tiene actualmente y la captación que se tendría bajo el supuesto de haber realizado el desmonte del predio.

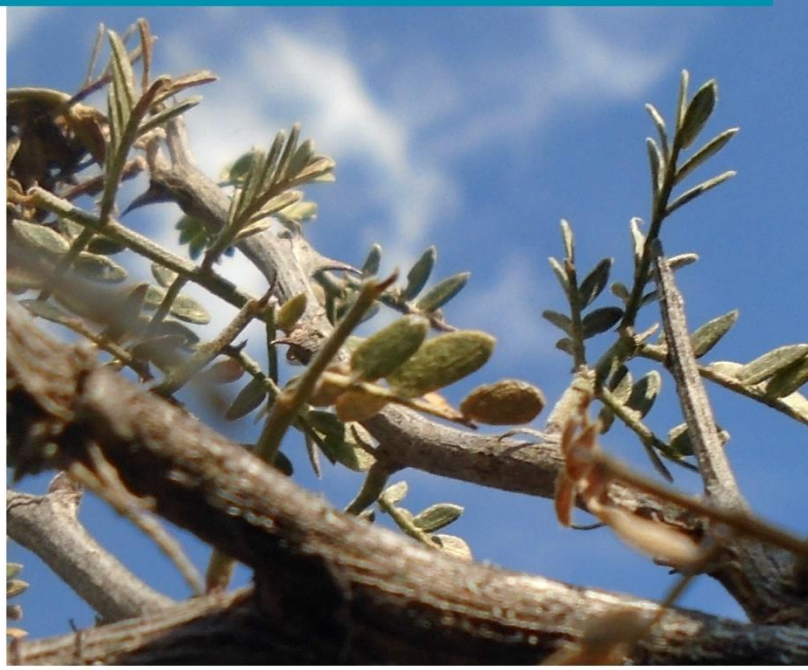
  Bajo el supuesto de haber realizado el proyecto, donde el predio quedaría desprovisto de vegetación, sin tomar en cuenta ninguna medida de mitigación se tiene que el volumen de escurrimiento aumenta de 47,061.41 a 76,363.42 metros cúbicos por año, y el volumen de infiltración disminuiría de 54,841.52 a 25,539.51 metros cúbicos anualmente. La metodología para obtener los valores se presenta en el capítulo 8 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

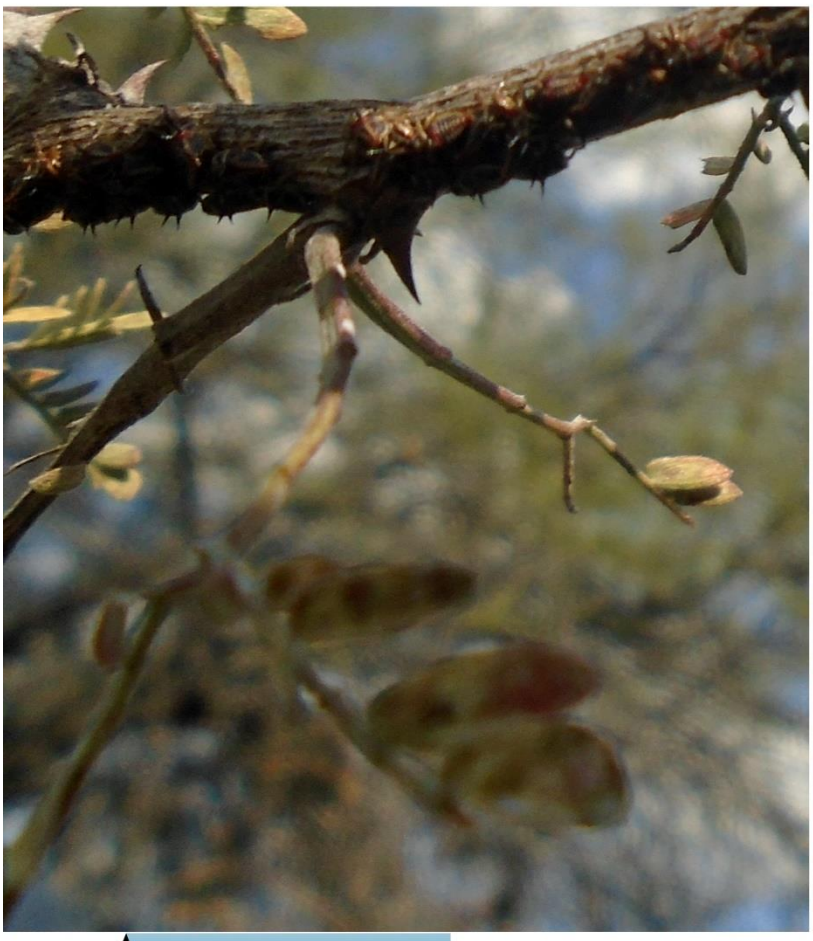
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

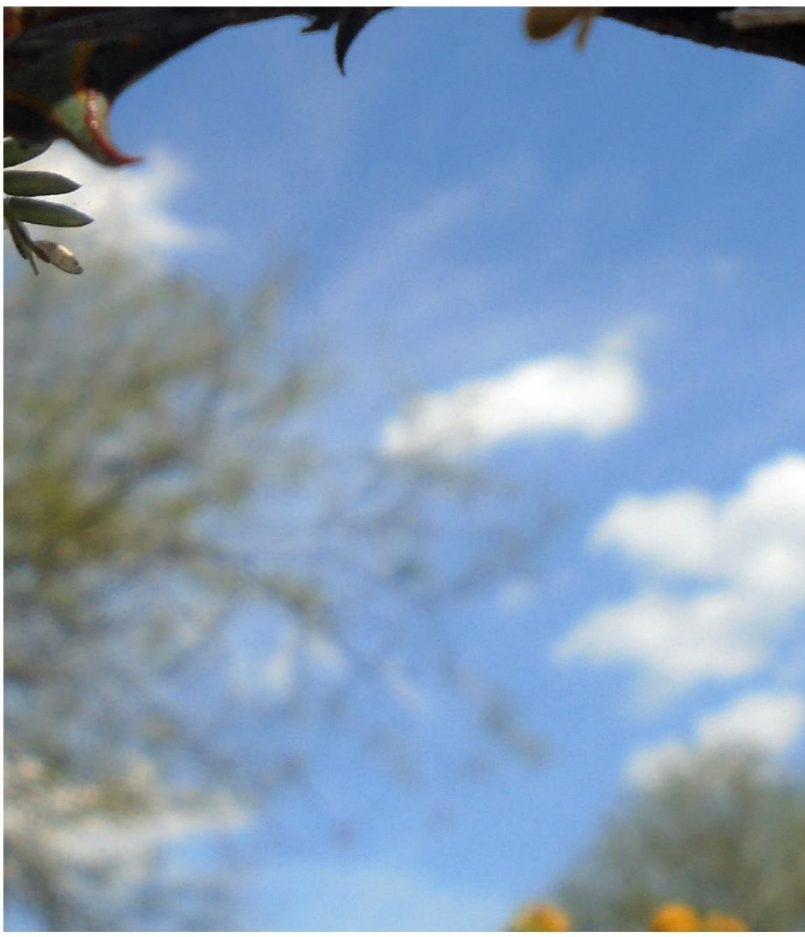
"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPÍTULO VI

"Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;"







AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

Contenido

6 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional 6-275

6.1 Medidas preventivas, de mitigación y de compensación aplicables para todos los componentes ambientales 6-276

6.1.1 Medidas preventivas 6-276

6.1.2 Medidas correctoras o de mitigación 6-277

6.1.3 Medidas compensatorias 6-279

6.2 Medidas preventivas, de mitigación y de compensación aplicables en cada etapa del proyecto 6-279

6.2.1 Selección del sitio 6-279

6.3 Preparación del sitio 6-280

6.3.1 Desmonte y eliminación de la cobertura vegetal 6-280

6.3.1.1.1 Medidas preventivas 6-280

6.3.1.1.2 Medidas correctoras o de mitigación 6-280

6.3.1.1.3 Medidas compensatorias 6-281

6.3.2 Exposición y erosión del suelo 6-285

6.3.2.1.1 Medidas preventivas 6-285

6.3.2.1.2 Medidas correctoras o de mitigación 6-286

6.3.2.1.3 Medidas compensatorias 6-286

6.3.3 Contaminación y alteración de volúmenes de los mantos freáticos 6-287

6.3.3.1.1 Medidas preventivas 6-287

6.3.3.1.2 Medidas correctoras o de mitigación 6-287

6.3.3.1.3 Medidas compensatorias 6-287

6.3.4 Calidad del aire 6-288

6.3.4.1.1 Medidas preventivas 6-288

6.3.4.1.2 Medidas correctoras o de mitigación 6-288

6.3.4.1.3 Medidas compensatorias 6-288

6.3.5 Ruido 6-288

6.3.5.1.1 Medidas correctoras o de mitigación 6-288

6.3.6 Instalación de servicios de apoyo 6-289

6.3.6.1.1 Medidas preventivas 6-289

6.3.7 Manejo de residuos sólidos y líquidos 6-289

6.3.7.1.1 Medidas correctoras o de mitigación 6-289

6.4 Etapa de construcción....6-290
6.4.1 Ruido....6-290
6.4.2 Calidad del Aire....6-291
6.4.3 Calidad del Agua....6-292
6.4.4 Acumulación de partículas de polvo y humo....6-292
6.4.4.1.1 Medidas correctoras o de mitigación....6-292
6.4.5 Ámbito paisajístico....6-293
6.4.6 Residuos sólidos y líquidos....6-293
6.4.7 Circulación vehicular y acarreo de material....6-294
6.4.7.1.1 Medidas correctoras o de mitigación....6-294
6.4.7.1.2 Salud Pública y Ocupacional....6-294
6.5 Etapa de operación y mantenimiento del proyecto....6-295

6 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional

De acuerdo al programa general de trabajo, las actividades que se llevarán a cabo en el predio, se identifican como aquellas acciones que son necesarias para lograr la implementación del uso propuesto y son ocurren desde la preparación del sitio hasta que el proyecto se encuentra en operación.

En este capítulo se establecen las medidas de prevención y mitigación que se realizarán para prevenir, reducir y compensar los impactos que se provocarán por la construcción del proyecto durante las diferentes actividades, para el componente ambiental biótico, abiótico y socioeconómico.

En seguida se detallan los tipos de medidas que serán implementadas según Conesa (2000):

- Medidas preventivas (Mp). Se refiere al conjunto de medidas encaminadas a prevenir la aparición de impactos durante la fase de construcción, incluyendo las acciones ejecutables sobre el terreno, determinaciones en cuanto a la forma de proceder para la construcción del proyecto, prohibiciones de actividades o redefinición de acciones, poseen un marcado carácter temporal de atenuación y control de afectaciones.
- Medidas correctivas o de mitigación (Mcr). Corrige impactos recuperables y están dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y los efectos sobre:
    - Procesos productivos.
    - Condiciones de funcionamiento.
    - Factores del medio como agente transmisor.
    - Factores del medio como agente receptor.
- Medidas compensatorias (Mco). Dirigidas a impactos irrecuperables e inevitables, que no evitan la aparición del afecto, ni lo anulan, ni atenúan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor.

6.1 Medidas preventivas, de mitigación y de compensación aplicables para todos los componentes ambientales

6.1.1 Medidas preventivas

- Realizar un programa de contingencia para situaciones de emergencia en bioseguridad, seguridad, manejo de residuos peligrosos, así como ambiental, con el objetivo de controlar y minimizar las eventuales emergencias en el área de operaciones del proyecto; así como dar respuesta a incidentes o accidentes en la obra, evitando que se vea afectada la salud humana, bienes y servicios ambientales, tanto en el área del proyecto, como aquellos factores dentro del SAR que pudieran ponerse en riesgo.
- Previo a las etapas de desmonte y despalme de la vegetación dentro del predio donde se pretende la construcción del proyecto, se impartirán pláticas a los trabajadores y personal involucrado, para que tengan conocimiento de las actividades que se realizarán en cada frente de trabajo. La duración de las pláticas será de una hora cada tercer día al inicio de actividades, por lo que se detallarán las medidas protectoras, correctoras y compensatorias.
- El desmonte y el despalme se realizarán únicamente dentro de la superficie destinada a la construcción del proyecto, evitando con esto la afectación o, en su caso, el derribo de vegetación que se encuentre en otras áreas dentro del SAR.
- Previo a las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, se utilizarán vías de acceso ya existentes, para evitar la apertura de otras a fin de reducir en lo posible los impactos que esto conlleva dentro del SAR.
- Con la finalidad de evitar posibles incendios forestales que provoquen la pérdida de cobertura forestal y propicien una erosión paulatina en la zona o en las áreas con cobertura forestal dentro del SAR, se impartirá un curso de capacitación sobre la prevención, combate y control de incendio forestales a todos los trabajadores, dicho curso tendrá una duración de dos horas, divididas en una hora teórica y una hora práctica cada seis meses.
- Se colocarán lonas y/o letreros informativos para promover la prevención de incendios forestales.

- La constructora deberá tener una zona de campamento temporal y será dividido en secciones (mantenimiento y lavado de maquinaria, área de maniobra, área de cargado de combustible, área de confinamiento temporal para residuos peligrosos, área de confinamiento para residuos urbanos, estacionamiento de vehículos particulares, oficinas (campers) área de descanso y consumo de alimentos, etc. Esto con el objetivo de llevar un control matriz de todas las acciones ejecutables en la obra.
- La contratista será responsable de capacitar adecuadamente al personal para la correcta gestión de los residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos que se generarán con la implementación de la obra. En todo momento se tendrá prohibido tirar cualquier tipo de residuo, tanto en el predio, como en el SAR.

6.1.2 Medidas correctoras o de mitigación

- El supervisor de medio ambiente asignado por el promovente inspeccionará la obra regularmente para verificar la situación ambiental del proyecto. Deberá evaluar la eficacia de las medidas propuestas para mitigar los impactos negativos y proponer los cambios necesarios cuando considere necesario. El objetivo será en todo momento minimizar los efectos no deseados vinculados a la obra.
- El supervisor de medio ambiente deberá manifestar disposición al diálogo y al intercambio de ideas con el objetivo de incorporar opiniones de terceros que pudieran enriquecer y mejorar las metas a lograr.
- Señalización de los desvíos en el área operativa (caminos provisionales, de acceso, etc.) y en calles de acceso a la obra.
- Proponer comedores comunitarios, los cuales serán administrados por los pobladores cercanos al lugar para evitar la contaminación por residuos sólidos por parte de los trabajadores.
- La maquinaria deberá contar con la documentación como es verificación, último servicio de mantenimiento (no mayor a seis meses) que acredite que está en condiciones para las labores que sean asignadas.

- Los residuos sólidos peligrosos y líquidos peligrosos, deberán ser entregados mediante manifiesto generados de residuos peligrosos a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cumpliendo la identificación normativa establecida en el NOM-052-SEMARNAT-2005, y las especificaciones de manejo establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Título IV; así como cualquier normatividad, ley, reglamento y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- Se vigilará que los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas y actividades del proyecto, reciban el manejo adecuado por parte del contratista, quien deberá tener el alta como empresa generadora de residuos peligrosos.
- Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la NOM-055-SEMARNAT-2003; así como otras normas, leyes o reglamentos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- Se colocarán contenedores para residuos peligrosos que se generen por la construcción del proyecto debidamente etiquetados y cumpliendo con las normas establecidas para tal fin. Además, se hará de su conocimiento a la planta de trabajo el uso de los contenedores, así como el objetivo de la colocación de estos.
- Se colocarán contenedores para los residuos sólidos urbanos debidamente etiquetados y cumpliendo con las normas establecidas para tal fin. Además, se hará de su conocimiento a la planta de trabajo y usuarios del proyecto, el uso correcto de los contenedores, así como el objetivo de la colocación de estos.
- Se controlará el manejo de las sustancias utilizadas (combustible, aceites, lubricantes, etc.) con la colocación de una membrana impermeable en el lugar destinado para tal fin.
- La separación de residuos sólidos urbanos se realizará mediante la colocación de contenedores para desechos orgánicos y desechos inorgánicos, cada uno deberá contar con tapa y con etiquetado, haciendo alusión al tipo de residuos que se pueden depositar en cada contenedor. Se pondrán a disposición de la limpia municipal de Aguascalientes cada tercer día. Es importante mencionar que estos contenedores deberán mantenerse cerrados.

- Recoger los sobrantes diarios, maderas y plásticos, de tal forma que se mantenga la limpieza durante el desarrollo de la obra.

6.1.3 Medidas compensatorias

- Al finalizar la obra se dará limpieza y remoción de desechos sólidos y líquidos remanentes de los sitios de obras, restauración de elementos dañados, reforestación de áreas perturbadas.
- Al finalizar la obra se deberá retirar el o los campamentos temporales dando mantenimiento a la zona donde fueron colocados.
- Finalizada la obra, el supervisor de medio ambiente, incluirá en el informe ambiental final de la obra, los resultados obtenidos, los cuales serán evaluados por las autoridades pertinentes, los cuales propondrán las medidas adecuadas y oportunas que compensarán el impacto generado durante la obra.
- Se colocarán lonas informativas para dar a conocer las especies de flora presentes, así como las acciones que se llevarán a cabo para su protección y conservación, en las cuales se mencionará que queda prohibido el aprovechamiento extractivo y no extractivo que la Ley General de Vida Silvestre establece, así como las leyes, normas o reglamentos que estén instituidos para tal fin.

6.2 Medidas preventivas, de mitigación y de compensación aplicables en cada etapa del proyecto

6.2.1 Selección del sitio

Durante esta etapa del proyecto, no se prevén efectos que pudieran tener algún tipo de impacto sobre los diferentes componentes ambientales dentro del sistema ambiental regional, debido a que se refiere únicamente a las gestiones necesarias para la adquisición de los terrenos, caracterización y elaboración y presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental.

6.3 Preparación del sitio

6.3.1 Desmonte y eliminación de la cobertura vegetal

6.3.1.1.1 Medidas preventivas

- Capacitar al personal que será encargado de realizar el desmonte y despalme de la vegetación, así como a los encargados de la ejecución del programa de rescate y reubicación de flora.
- Las actividades de captura y reubicación de fauna serán realizadas por un especialista en la materia (comprobando fehacientemente previas labores), con el objetivo de no lastimar a la fauna que será rescatada y reubicada.

6.3.1.1.2 Medidas correctoras o de mitigación

- La vegetación se removerá mediante la técnica de derribo direccional con el uso de herramientas manuales y motosierra, tomando en cuenta las medidas precautorias para evitar algún tipo de percance. No se utilizará fuego con el objetivo de impedir incendios forestales.
- Las actividades de derribo del arbolado serán supervisadas por el personal capacitado, dando cumplimiento a la NOM-061-SEMARNAT-1994.
- Las actividades de captura y reubicación de fauna serán realizadas por un especialista en la materia (comprobando fehacientemente previas labores), con el objetivo de no lastimar a la fauna que será rescatada y reubicada.
- Se prohíbe la introducción de especies exóticas que puedan convertirse en depredadoras o que lleguen a desplazar a las especies nativas del lugar y así salvaguardar la integridad de las especies que se encuentran en el lugar.
- Las actividades de construcción se realizarán únicamente durante el día para evitar el estrés de las especies de fauna que tengan actividad nocturna.

6.3.1.1.3 Medidas compensatorias

- Implementación del Programa de rescate de flora con las siguientes especies:

Tabla 6.1 Especies de flora silvestre que se espera rescatar

Especie	Número de individuos a remover	Método de rescate	Individuos por rescatar
Croton sp.	969	Individuo completo	2,820
Cylindropuntia imbricata	6,134	Individuo completo o esquejes	4,304
Galinsoga quadriradiata	7,103	Individuo completo	7,050
Mammillaria uncinata	323	Individuo completo	254
Opuntia engelmannii subsp. *lindheimeri*	2,583	Individuo completo o esquejes	1,812
Opuntia jaliscana	2,099	Individuo completo o esquejes	1,472
Opuntia robusta	1,291	Individuo completo o esquejes	906
Opuntia streptacantha	10,654	Individuo completo o esquejes	7,475
Opuntia tomentosa	5,004	Individuo completo o esquejes	3,511
Total	36,160		29,603

- Se dará mantenimiento a los organismos en el área de confinamiento temporal para detectar plagas o enfermedades que pudieran mermar el número de individuos a reforestar, así como evaluar el vigor de la vegetación y detectar aquellos organismos a reemplazar.
- Implementación del Programa de reforestación, en el que se incluyen las siguientes especies:

Tabla 6.2 Especies de Flora que se espera reforestar

Especie	Número de individuos
Acacia farnesiana	1,410
Acacia schaffneri	1,410
Prosopis laevigata	5,640
Total	8,460

- Se realizará supervisión mensualmente en el área reforestada para detectar plagas o enfermedades que pudieran mermar el número de individuos plantados, así como evaluar el vigor de la vegetación y detectar aquellos organismos a reemplazar.

- Previo a las etapas de desmonte y despalme se implementará el Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre con el objetivo de mermar las muertes y el estrés faunístico en el área del proyecto.
    - Cuando se aviste algún ejemplar durante toda la ejecución del proyecto, se realizará el rescate de la fauna para su posterior reubicación en los sitios alejados en los cuales no se vea afectada su actividad, además de que estos sitios deberán ser similares al lugar donde fueron encontrados con la finalidad de disminuir las muertes y el estrés de la fauna.
- Algunos de los principales riesgos para la fauna silvestre durante la preparación del sitio son los siguientes.

Tabla 6.3 Medidas de mitigación por amenaza en Fauna Silvestre

Amenaza	Medida de mitigación
Muerte de individuos durante las labores de desmonte y despalme.	Acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de organismos.
Caza furtiva y captura de organismos durante las labores de preparación del terreno.	Pláticas de concientización ambiental a los trabajadores y su participación directa en acciones de conservación. Se les dará a conocer la prohibición de extracción y comercio de especies de fauna silvestre. Colocación de lonas informativas con las especies locales, así como las acciones de conservación.
Peligros indirectos por maquinaria.	Vigilancia ambiental, la maquinaria deberá estar en óptimo estado evitando ruido excesivo y el derrame de hidrocarburos en el suelo. Las actividades deberán ejecutarse durante en día para evitar la perturbación de las especies de hábitos nocturnos.

- Especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En las especies terrestres (plantas y animales), una causa generalizada de extinción y amenaza para la biodiversidad es la pérdida de sus hábitats por cambio en la cobertura de la vegetación. Por ello es importante una correcta identificación de los ejemplares, las especies que son de distribución restringida y especializados en ciertos ambientes son los que se ven más severamente afectados, porque cambios relativamente pequeños en esos sitios pueden tener impactos muy importantes en las poblaciones de esas especies, por lo tanto, es importante que los especialistas identifiquen adecuadamente aquellas especies vulnerables. Al tener

presentes y considerar en las medidas de mitigación a las especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se evita afectar poblaciones que se encuentren en riesgo, por lo que se deberá poner especial atención a las siguientes especies que fueron registradas durante el trabajo de campo.

Tabla 6.4 Medida propuesta para las especies enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Nombre científico	Nombre común	Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010	Medida propuesta
Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa del mezquite	Sujeta a protección especial	Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre
Crotalus scutulatus	Víbora de cascabel	Sujeta a protección especial	

- El rescate y reubicación de fauna se basa en la búsqueda, captura y traslado de los individuos del lugar afectado, a otra área con características abióticas similares a las del lugar de extracción. Deberá ponerse especial atención en el rescate de las especies que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de especies con capacidad de desplazamiento restringido como los reptiles y anfibios.

- Los organismos que sean rescatados deberán ser identificados al momento de la captura o, de lo contrario, se debe tomar evidencia fotográfica para identificarlo posteriormente. Se deberá llevar un registro de todos los organismos rescatados con los siguientes datos: especie, coordenadas de captura, microhábitat, coordenadas de liberación, tipo de vegetación, grado de perturbación, disposición de agua.

- El número de organismo a rescatar puede variar de una especie a otra, ya que existen especies que presentan poblaciones muy reducidas. Incluso entre la misma especie, el número de individuos de una población a otra está en función de varios factores como la disponibilidad de recursos, de sitios de anidación, etc.

- La estacionalidad, la migración y el ámbito hogareño son factores que también influyen en el número de organismos a rescatar, ya que varias especies de aves presentan movimientos migratorios; así como varias especies de mamíferos pueden desplazarse por grandes superficies.

Para el caso de la herpetofauna las medidas de protección deberán realizarse por un técnico especializado, que revisará los diferentes microhábitats donde posiblemente pueda encontrar anfibios, por ejemplo, en grietas, arbustos, troncos y piedras.

Tabla 6.5 Actividades de rescate y reubicación para anfibios y reptiles

Grupo	Captura	Traslado
Anfibios	Manual, colocando previamente unos guantes de látex. Redes de acuario, en caso de que el organismo se encuentre en el interior del cuerpo de agua.	En bolsas de plástico nuevas y limpias, colocando sustrato del sitio de colecta, y se colocan en hieleras o cajas de plástico.
Reptiles	Manual utilizando ganchos herpetológicos y guantes de carnaza.	En bolsas de tela de algodón.

- El técnico especializado responsable del rescate, al manipular o capturar los organismos venenosos, deberá estar acompañado por un auxiliar y de carácter obligatorio tendrán que tener a la mano el siguiente material.

Tabla 6.6 Material que requerirá el especialista en fauna

	Material
5	Faboterápicos antivipéridos
1	Equipo de venoclisis
1	Solución isotónica de cloruro de sodios al 0.9% de 500 ml
1	Liga adulto MedFex
	Guantes de látex
1 paquete	Toallitas de alcohol
1	Branula catéter intravenoso calibre 24 g x ¾" Amarillo
1	Catéter calibre 20G x 1 ¼" Rosa
1	Catéter calibre 18G x 1 ¼" Verde
1	Jeringa de 12 ml
1	Jeringa de 3 ml
1	Jeringa para insulina
1	Tijera de uso rudo
1	Plumón indeleble
1	Cinta métrica de 1 metro
1	Cepillo antiséptico
1	Cinta microporo

- Para el caso de las aves, no es recomendable realizar rescate, ya que, por su biología, estas se desplazan grandes distancias aéreamente, facilitando el traslado a nuevos sitios de las especies que se vallan a ver perturbadas. Sin embargo, previo al desmonte se debe llevar

a cabo el ahuyentamiento de las aves con ayuda de un megáfono, generando el ruido suficiente para que las aves se muevan del área que se verá afectada. También es necesario realizar recorridos para identificar nidos activos, teniendo cuidado de no perturbarlo o acercarse demasiado, para evitar que este sea abandonado. El árbol con el nido deberá ser acordonado para permitir el desarrollo de los huevos o polluelos. No se reportaron especies de este grupo faunístico en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- En lo que respecta a la mastofauna, los organismos medianos y superiores tienden a desplazarse rápidamente al menor grado de perturbación, sin embargo, para los mamíferos pequeños, a pesar de tener altas tasas de reproducción se recomienda colocar trampas tipo Sherman, para evitar que cuando se realicen las actividades de desmonte estos organismos resulten afectados.

6.3.2 Exposición y erosión del suelo

6.3.2.1.1 Medidas preventivas

- Al inicio de la obra se comprobará la correcta señalización de los caminos y de las áreas de actuación, de esta forma se optimizará la ocupación del suelo.
- Las acciones de desmonte y despalme no se realizarán en la época de lluvias.
- Conservar despejado y limpio el suelo de las zonas de paso y de trabajo, eliminando cosas que puedan provocar algún tipo de accidente. Se debe evitar en las zonas de trabajo.
- Si el suelo está desgastado y resbaladizo, hay agujeros o irregularidades, se debe comunicar rápidamente al responsable de seguridad para evitar la degradación paulatina del mismo.
- Conforme se vayan realizando las actividades de desmonte y despalme, se deberá realizar un riego ligero con la finalidad de no provocar erosión eólica en las zonas que queden desprovistas de vegetación.

6.3.2.1.2 Medidas correctoras o de mitigación

- Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias para evitar el incremento de los procesos erosivos, la inestabilidad y escurrimiento superficial del suelo. Asimismo, evitar en menor proporción el impacto negativo al paisaje local.
- Se delimitará la superficie del área de confinamiento de despalme para evitar la afectación a otras superficies, utilizando marcas visibles, o bien se puede delimitar por medio de postes o malla, con el objeto de evitar que se afecten otras superficies que no estén propuestas para este fin.

6.3.2.1.3 Medidas compensatorias

- El material producto del despalme será utilizado para la nivelación del terreno, así como para el enriquecimiento del área donde se van a llevar los trabajos de reforestación y así evitar el incremento de los procesos erosivos, la inestabilidad y escurrimiento superficial del suelo. Asimismo, evitar en menor proporción el impacto negativo al paisaje local.
- El material remanente (ramas, hojas y toda la materia orgánica no aprovechable) se utilizará para formar cordones de material vegetal muerto y será depositado en el área a reforestar. Esto proporcionará protección al suelo, evitando la erosión hídrica, disminuyendo el escurrimiento superficial e incrementando el contenido de humedad en el suelo, favoreciendo la regeneración natural.
- Se deberán aplicar las siguientes medidas compensatorias para el control de la erosión del suelo.
    - Se estima que la erosión anual que se provocará con la ejecución del de las actividades será de 19,618.01 toneladas anuales, por lo que se propone la restauración ambiental encaminada en la reforestación de una superficie de 14.1 hectáreas de donde actualmente se encuentran condiciones de pastizal inducido producto de las actividades agropecuarias, asimismo, se propone la construcción de 1,468 tinas ciegas, y 32 zanjas trincheras distribuidas en el área a reforestar. De igual forma al largo de los escurrimientos que atraviesan la zona del proyecto se llevará a cabo la construcción de 50 presas de piedra acomodada.

6.3.3 Contaminación y alteración de volúmenes de los mantos freáticos

6.3.3.1.1 Medidas preventivas

- Las acciones de desmonte y despalme no se realizarán en temporada de lluvia.
- Se deberá informar a la planta de trabajo que el proyecto no contempla el uso de corrientes de agua con el objetivo de no afectar dicho servicio ambiental.
- La maquinaria que se utilice deberá estar en excelentes condiciones para evitar el escurrimiento de aceites, lubricantes o combustibles que pudieran contaminar los mantos acuíferos y arroyos perennes o intermitentes en la zona actividades del proyecto.

6.3.3.1.2 Medidas correctoras o de mitigación

- Se prohíbe la descarga de aguas residuales en el área del proyecto, por lo que el contratista deberá de implementar un programa de colecta y manejo de las aguas residuales que impliquen las actividades de construcción del proyecto.
- Se instalará un baño portátil por cada diez trabajadores desde las primeras actividades del proyecto para evitar el lixiviado hacia los mantos acuíferos.
- El material removido se deberá colocar en sitios con poca o nula pendiente para evitar su arrastre a los cuerpos de agua, naturales y superficiales.
- El mantenimiento y lavado de la maquinaria, equipo de trabajo, así como vehículos, deberá efectuarse en áreas de servicio preestablecidas en el campamento. No se permitirá que estas acciones se efectúen fuera de las áreas creadas para dicho fin, ya que el lixiviado de la limpia contaminaría los mantos acuíferos. El lavado se deberá realizar a presión para el ahorro de agua.

6.3.3.1.3 Medidas compensatorias

- Como parte de las medidas de mitigación y compensación se propone la restauración ambiental de una superficie de 14.1 hectáreas, que una vez que haya llegado a la edad de 7 años podrá captar 11,968.11 metros cúbicos anualmente, ya que la captación en la superficie propuesta para reforestar aumentaría de 1,968.45 a 11,968.11 metros cúbicos anuales. Además, se debe considerar la capacidad de retención de las obras de conservación de suelo y agua que es de 34,432.98 metros cúbicos a partir del año nueve.

6.3.4 Calidad del aire

6.3.4.1.1 Medidas preventivas

- Queda prohibido remover o destruir la vegetación con el uso de fuego, así como también se encuentra prohibida la quema de neumáticos y otros elementos como basura, para evitar la contaminación en al aire por humo, dispersión de CO_2 y demás gases que pudieran generarse con el fuego.
- Se cubrirán los vehículos de acarreo con lonas de las dimensiones adecuadas para evitar la dispersión de las partículas en el transcurso del viaje.

6.3.4.1.2 Medidas correctoras o de mitigación

- Se mantendrán humedecidas las zonas a excavar para evitar la dispersión de partículas en el ambiente; así como todos los caminos y accesos de terracería. Esto se realizará con agua tratada y nunca con agua potable.

6.3.4.1.3 Medidas compensatorias

- Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo no mayor a seis meses, para evitar la emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondientes (NOM-041-SEMARNAT-2006), que establece lo niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustibles y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo en vehículos en circulación a diésel.

6.3.5 Ruido

6.3.5.1.1 Medidas correctoras o de mitigación

- Dar cumplimiento a lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido.
- Limitar el horario de trabajo de 7:00 am a 8:00, lo cual reduce el posible impacto que pudiera ser generado.

- Limitar el movimiento de personal y de la maquinaría, únicamente a los lugares en los que se estén llevando a cabo actividades relacionadas con la obra.
- El uso de maquinaria afinada, la cual deberá ser sometida a revisión y evaluación de manera periódica, esto deberá llevarse a cabo fuera del área del proyecto.

6.3.6 Instalación de servicios de apoyo

6.3.6.1.1 Medidas preventivas

- Se contratará servicio de renta de sanitarios portátiles (por parte del contratista) para el control de los desechos y evitar la contaminación del suelo, tanto dentro del predio donde se implementará el proyecto, como en la superficie del SAR.

6.3.7 Manejo de residuos sólidos y líquidos

6.3.7.1.1 Medidas correctoras o de mitigación

- Proponer comedores comunitarios, los cuales serán administrados por los pobladores cercanos al lugar para evitar la contaminación por residuos sólidos por parte de los trabajadores.
- Los residuos sólidos peligrosos y líquidos peligrosos, deberán ser entregados mediante manifiesto generados de residuos peligrosos a empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cumpliendo la identificación normativa establecida en el NOM-052-SEMARNAT-2005, y las especificaciones de manejo establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Título IV; así como cualquier normatividad, ley, reglamento y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- Se vigilará que los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas y actividades del proyecto, reciban el manejo adecuado por parte del contratista, quien deberá tener el alta como empresa generadora de residuos peligrosos.
- Los residuos que por sus propiedades físicas y químicas tengan características de peligrosidad, deben manejarse y disponerse de acuerdo con lo establecido en la NOM-055-

SEMARNAT-2003; así como otras normas, leyes o reglamentos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

- Se colocarán contenedores para residuos peligrosos que se generen por la construcción del proyecto debidamente etiquetados y cumpliendo con las normas establecidas para tal fin. Además, se hará de su conocimiento a la planta de trabajo el uso de los contenedores, así como el objetivo de la colocación de estos.
- Se colocarán contenedores para los residuos sólidos urbanos debidamente etiquetados y cumpliendo con las normas establecidas para tal fin. Además, se hará de su conocimiento a la planta de trabajo y usuarios del proyecto, el uso correcto de los contenedores, así como el objetivo de la colocación de estos.
- Se controlará el manejo de las sustancias utilizadas (combustible, aceites, lubricantes, etc.) con la colocación de una membrana impermeable en el lugar destinado para tal fin.
- La separación de residuos sólidos urbanos se realizará mediante la colocación de contenedores para desechos orgánicos y desechos inorgánicos, cada uno deberá contar con tapa y con etiquetado, haciendo alusión al tipo de residuos que se pueden depositar en cada contenedor. Se pondrán a disposición de la limpia municipal de Aguascalientes cada tercer día. Es importante mencionar que estos contenedores deberán mantenerse cerrados.

6.4 Etapa de construcción

6.4.1 Ruido

Los niveles de ruido en el área del proyecto se incrementarán por el uso del transporte, maquinaria y equipo, así como por la presencia de trabajadores en la zona de obra. Estas actividades tendrán un impacto directo principalmente a la fauna que se desarrolle en los alrededores y en aquella que se haya mantenido o que permaneciera después de las actividades de ahuyentamiento, provocando el desplazamiento o bien interrumpiendo sus actividades dentro de la zona. Las medidas de mitigación, implementadas para disminuir al máximo los impactos son:

- Dar cumplimiento a lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido.

- Limitar el horario de trabajo de 7:00 am a 8:00, lo cual reduce el posible impacto que pudiera ser generado.
- Limitar el movimiento de personal y de la maquinaría, únicamente a los lugares en los que se estén llevando a cabo actividades relacionadas con la obra.
- El uso de maquinaria afinada, la cual deberá ser sometida a revisión y evaluación de manera periódica, esto deberá llevarse a cabo fuera del área del proyecto.

6.4.2 Calidad del Aire

La emisión de partículas a la atmósfera, por los equipos, maquinaria y vehículos de transporte de materiales de construcción son factores que pueden provocar algún impacto a este factor, es por ello que se proponen las siguientes medidas de mitigación:

puede afectar la calidad del aire, por lo que se aplicarán las siguientes medidas de mitigación: 1. Se llevará a cabo la correcta aplicación de la normatividad en cuanto a emisiones. 2. Se cumplirá con un programa de mantenimiento de todos los equipos.

- Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo no mayor a seis meses, para evitar la emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondientes (NOM-041-SEMARNAT-2006), que establece lo niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustibles y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo en vehículos en circulación a diésel.
- Se deberá llevar una bitácora de afinación y servicio de la maquinaria y vehículos que se emplearán en esta etapa del Proyecto.
- Es importante que las actividades de mantenimiento y reparación de la maquinaria y otros equipos que se utilicen en esta etapa del proyecto se lleve a cabo fuera del área de construcción en talleres especializados.

6.4.3 Calidad del Agua

- Se instruirá a los trabajadores a no depositar ningún tipo de residuo en los cuerpos de agua, así como en los escurrimientos intermitentes que se encuentran cercanos a la obra.
- Se prohibirá el almacenamiento de combustibles y otros potenciales residuos líquidos peligrosos en el sitio del proyecto. Para tal fin deberá destinarse un almacén con las características que garanticen que la calidad del agua no se verá afectada.
- En caso de que se requiera el trasvase de combustible dentro del predio, se realizará sobre suelo de cemento, o bien, sobre una membrana para contener cualquier tipo de derrame accidental.
- Ningún residuo líquido se dispondrá directamente al suelo.
- No se permitirá el empleo de sustancias tóxicas, de alta persistencia, organoclorados, organofosforados y otras que puedan generar contaminación al manto por su filtración.
- Se solicitará a los trabajadores, de ser el caso, el empleo exclusivo de bloqueadores y bronceadores biodegradables.
- Se solicitará a los usuarios y empleados el empleo exclusivo de jabones y detergentes biodegradables.

6.4.4 Acumulación de partículas de polvo y humo.

Producto de la manipulación de los materiales utilizados en la construcción, se produce la acumulación de partículas de polvo y humo sobre el estrato vegetal, lo cual provoca la disminución de la capacidad fotosintética de los organismos vegetales.

6.4.4.1.1 Medidas correctoras o de mitigación

- Se llevará a cabo un riego regular, sobre la vegetación circundante a las obras del proyecto.
- Los materiales de construcción deberán ser transportados y almacenados en fase húmeda y cubiertos por lonas.
- Se colocará una membrana que rodee las áreas en construcción para minimizar la dispersión de partículas.
- Se deberá regar periódicamente los caminos.

6.4.5 Ámbito paisajístico

En cuanto al impacto negativo provocado en el ámbito paisajístico, una de las etapas más impactantes en este aspecto es la construcción, debido al movimiento de maquinaria, material, presencia de trabajadores, acumulación de basura, etc., para lo cual se proponen las siguientes medidas de mitigación:

- Con la finalidad de minimizar el impacto visual, se llevarán a cabo actividades de limpieza diariamente.
- Se colocará el número suficiente de recipientes para basura, los cuales deberá contar con tapas y ser colocados en sitios estratégicos dentro del predio.
- Inmediatamente terminadas las principales labores de construcción se debe dar inicio a la forestación y creación de áreas verdes.

6.4.6 Residuos sólidos y líquidos.

- Se deberá colocar un sanitario portátil a razón de 1 por cada 15 trabajadores.
- El tránsito y trabajos de los empleados de la obra se circunscribirá exclusivamente a las áreas de aprovechamiento dentro del predio, evitando que tiren basura en otros sitios.
- La contratista será responsable de capacitar adecuadamente al personal para la correcta gestión de los residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos que se generarán con la implementación de la obra.
- Los espacios asignados a los trabajadores deberán contar con recipientes para basura en cantidad suficiente y colocados en sitios estratégicos.
- La basura deberá recogerse diariamente y almacenarse en recipientes para este fin.
- La separación de residuos sólidos urbanos se realizará mediante la colocación de contenedores para desechos orgánicos y desechos inorgánicos, cada uno deberá contar con tapa y con etiquetado, haciendo alusión al tipo de residuos que se pueden depositar en cada contenedor. Se pondrán a disposición de la limpia municipal de Aguascalientes

cada tercer día. Es importante mencionar que estos contenedores deberán mantenerse cerrados.

- Los residuos que no sean de la construcción se almacenarán en un sitio específico a la espera del camión recolector.
- Deberá establecerse un sitio específico para la alimentación de los trabajadores para evitar la dispersión de residuos sólidos y de alimentos que puedan atraer fauna nociva.

6.4.7 Circulación vehicular y acarreo de material

El incremento de la circulación de vehículos de carga y materiales incrementará el nivel de ruido, afectando principalmente a las distintas especies de fauna que se desplazan en las inmediaciones del proyecto.

6.4.7.1.1 Medidas correctoras o de mitigación

- Se colocarán los señalamientos indicando los límites de velocidad.
- El horario de trabajo se limitará de 7:00 a 18:00, se considera que la mayor actividad de la fauna es nocturna.
- Con el fin de evitar la deposición de polvo y tierra sobre el follaje de la vegetación circundante al proyecto, se regará diariamente el camino y la zona de obras.
- Todos los vehículos que transporten material deberán de traer una lona de protección.
- El material se deberá almacenar en un sitio específico, en fase húmeda y cubierto por lonas.

6.4.7.1.2 Salud Pública y Ocupacional

- Para evitar la aparición de fauna nociva como cucarachas, moscas, perros y ratas, se requerirá que diariamente los depósitos sean limpiados y las bolsas de plástico con la basura sean llevadas al área de acopio.
- A los trabajadores se les proporcionará agua purificada para evitar enfermedades gastrointestinales.
- En la medida de lo posible, para la preparación del sitio y construcción se contratará personal que resida en la región para evitar la alteración de los patrones de migración.

- Los trabajadores contarán con servicio médico como responsabilidad de la empresa Constructora.
- En la etapa de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento cualquier incidente será atendido por las instituciones públicas de emergencia, tales como la Cruz Roja, bomberos, seguridad pública o protección civil o en cualquiera de las clínicas del IMSS, por lo cual todos los obreros de la construcción o empleados deberán estar afiliados y vigentes al IMSS.
- Los residuos generados durante esta actividad permanecerán en el sitio el menor tiempo posible, para evitar accidentes y contaminación por dejarlos de manera permanente.
- Proporcionar a los trabajadores el equipo de seguridad necesario, dependiendo de su actividad, tales como cascos, guantes de carnaza, impermeables entre otros.
- Al término de la preparación del sitio y construcción se retirarán todos los residuos producidos durante esta etapa para evitar la propagación de plagas e incendios forestales.

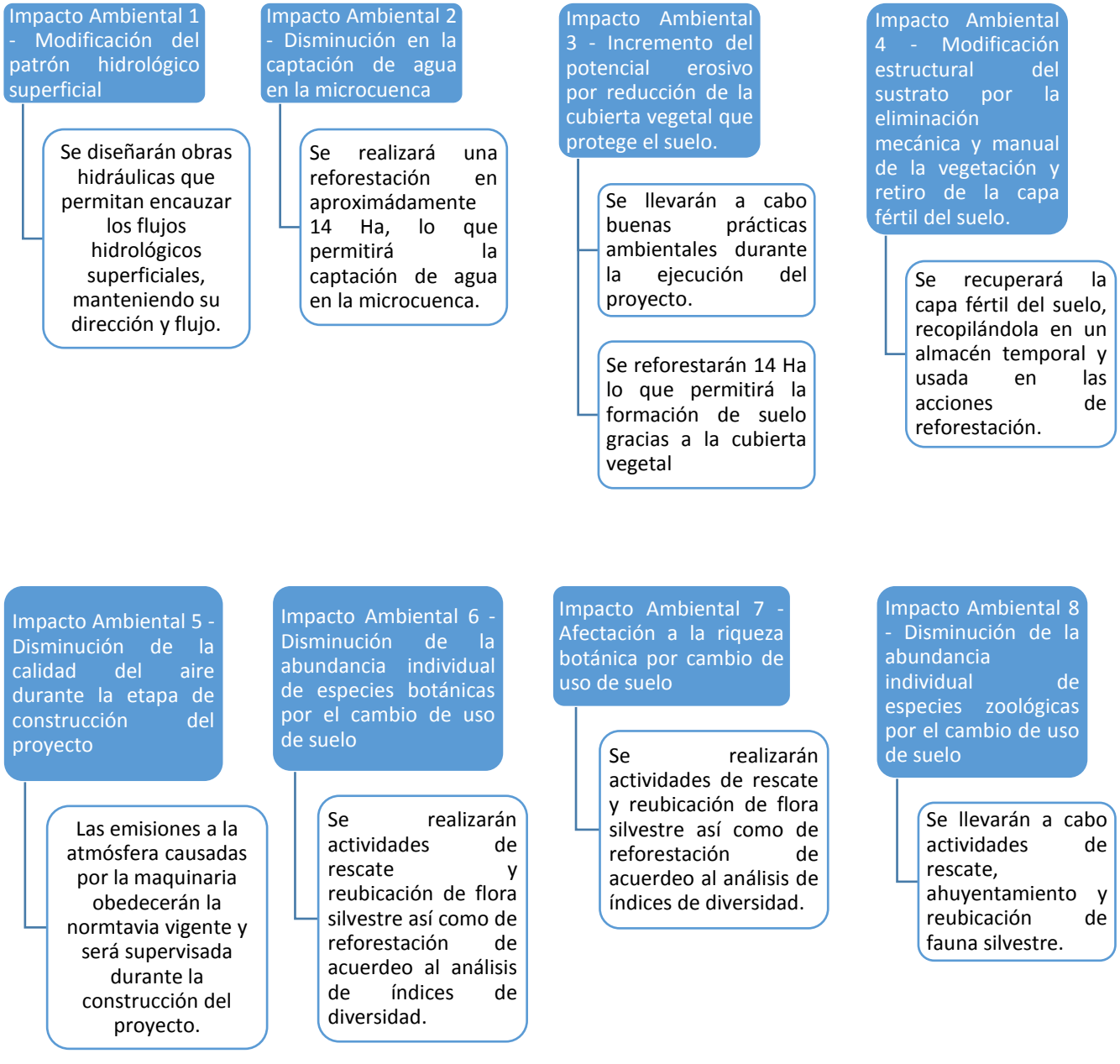
6.5 Etapa de operación y mantenimiento del proyecto

Durante la etapa de operación del proyecto, los impactos que pueden ser evaluados son aquellos que se perciben de manera inmediata, sin embargo, existe una serie de afectaciones que sólo son perceptibles y cuantificables a largo plazo, por lo que se recomienda llevar a cabo una serie de monitoreos de aquellos factores que puedan provocar afectaciones al paso del tiempo.

Se desarrollará un programa de mantenimiento de vialidades urbanas que considerará, el impacto ambiental derivado de dichas actividades.

6.6 Revisión de las medidas de mitigación y compensación ambiental con relación a los impactos ambientales identificados en el capítulo 5 del presente estudio.

A continuación se presenta un esquema donde se muestran los impactos ambientales identificados y su atención mediante medidas de mitigación o compensación ambiental.



Impacto Ambiental 9 - Afectación a la riqueza zoológica por cambio de uso de suelo	Impacto Ambiental 10 - Reducción y fragmentación del hábitat disponible para la fauna silvestre	Impacto Ambiental 11 - Modificación, transformación y cambio de uso de suelo	Impacto Ambiental 12 - Modificación de la calidad del paisaje
Se llevarán a cabo actividades de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre. Asimismo, el área a reforestar generará nuevo hábitat para las especies existenes actualmetne en el área	el área a reforestar generará nuevo hábitat para las especies existenes actualmetne en el área; mismo que tendrá una calidad ambiental más elevada que el habitat fragmentado actual.	Se presentó un Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, mismo que presenta medidas de mitigación particulares en materia de CUSTF	El proyecto contempla dentro de su diseño arquitectónico áreas verdes que permitirán mejorar de manera notable la calidad visual y paisajística del predio, asimismo, el área a reforestar presentará una calidad visual superior al área que actualmetne ocupa el proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"

CAPÍTULO VII

"Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y"

AMBIENTAT CONSULTORES

GeoAsset

Contenido

7 Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas. 7-300
7.1 Pronóstico del escenario 7-300
7.1.1 Escenario sin la ejecución del proyecto 7-300
7.1.2 Escenario de ejecución de proyecto sin medidas de mitigación 7-301
7.1.3 Escenario de ejecución de proyecto con medidas de mitigación 7-301
7.2 Programa de vigilancia ambiental 7-302
7.3 Conclusión 7-303

7 Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

7.1 Pronóstico del escenario

La finalidad de elaborar la presente Manifestación de Impacto Ambiental, es realizar un análisis o inventario de los elementos bióticos y abióticos que se encuentran en el área del proyecto. Este inventario deberá de ser analizado posteriormente, empleando las obras y actividades que se solicitan elaborar en el área del proyecto; y así, obtener escenarios ambientales que permitan presentar medidas de mitigación auténticas y efectivas que permitan generar a su vez, una ganancia ambiental sobre el proyecto.

7.1.1 Escenario sin la ejecución del proyecto

Existe una clara presión ambiental que incide en el SAR, derivado de actividades antrópicas alrededor de la microcuenca. En materia de crecimiento poblacional, los censos realizados de 1900ª 2010, muestran un gran crecimiento de la población en el estado (102,400 habitantes en 1900 contra 1,312,500 habitantes en 2015). Asimismo, la tendencia de la población es asentarse en áreas conurbadas de los núcleos poblacionales, que corresponde al área del proyecto.

En materia de biodiversidad, se muestran procesos de degradación naturales de los ecosistemas, debido principalmente a cambios en la precipitación, erosión de los suelos e incendios forestales. Existe evidencia de incendios forestales en la cuenca alta, mismos que podrían generarse en el área del proyecto y que pondrían en peligro el material genético de la flora, así como el refugio y sustento de la fauna local.

Con base en estos argumentos, se estima que la tendencia del predio es de un deterioro evidente, especialmente en materia de:

- Suelo
- Flora
- Fauna

7.1.2 Escenario de ejecución de proyecto sin medidas de mitigación

De llegarse a ejecutar el proyecto sin las medidas de mitigación correspondientes, se tendría un escenario muy pobre a nivel ambiental en materia de:

- Residuos sólidos.- Se incrementaría la generación de residuos sólidos urbanos.
- Disminución de captación de agua en la cuenca.- La construcción de los diferentes elementos que conforman el proyecto, causará una evidente disminución de la captación de agua pluvial en la cuenca debido al "Sello" sobre el suelo que constituyen los pavimentos y asfaltos.
- Disminución en la erosión.- Un impacto ambiental negativo, ya que si bien, el "Sello" sobre el suelo que se mencionó en el punto anterior, disminuirá la pérdida de la capa edáfica, el asfalto intervendrá en los procesos bióticos que se dan en la porción orgánica del suelo.
- Pérdida de la biodiversidad.- Se perderán especies de flora y fauna derivados de la remoción de la vegetación y pérdida de hábitat.
- Se generaría un cambio en el microclima de la microcuenca y por ende, desertificación del sitio.
- En general, la alteración del paisaje en la microcuenca afectará sinérgicamente con los elementos que conforman los procesos bióticos y abióticos que suceden en ella.

7.1.3 Escenario de ejecución de proyecto con medidas de mitigación

En caso de autorizarse el proyecto, se plantea la ejecución de las siguientes medidas de mitigación:

- Aplicación de un programa de rescate y ahuyentamiento de fauna silvestre.- que permitirá conservar el material genético de los individuos que habitan el área del proyecto.
- Aplicación de un programa de rescate y reubicación de flora silvestre.- Para una superficie total a reforestar es de 14.1 hectáreas con una densidad de plantación de 2,500 plantas por hectárea.

- Aplicación de programas de conservación de suelos.- Recuperando el suelo orgánico durante la construcción de la obra y aplicando obras mecánicas de conservación de suelo y agua como presas de piedra acomodada.
- Aplicación de un programa de vigilancia ambiental

La aplicación adecuada de las medidas de mitigación y control permitiría un correcto manejo de los efluentes de aguas residuales, así como la disposición de los residuos sólidos durante todas las etapas de ejecución y operación.

Lo anterior demuestra que con la ejecución del proyecto generaría una ganancia ambiental en materia de biodiversidad, paisaje, conservación de suelo y agua en la microcuenca.

Adicionalmente se deberá llevar a cabo el programa de vigilancia ambiental correspondiente.

7.2 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental para la fase de construcción del proyecto se establecerá en cumplimiento a los requisitos ambientales exigidos por la legislación ambiental aplicable y se presentará en acorde a las resoluciones presentadas por la SEMARNAT sobre la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

Dicho Programa de Vigilancia Ambiental englobará el control y seguimiento de todas y cada una de aquellas medidas correctoras establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental de tal manera que por un lado se garantice la protección de las variables ambientales que pudieran verse afectadas por la ejecución de las obras y, por otro, se evalúe la eficacia de las medidas correctoras propuestas, así como las desviaciones respecto a lo previsto en la identificación y valoración de impactos.

Los aspectos que deberán contemplarse en el Programa de Vigilancia Ambiental son:

- Acotación de la zona afectada por las obras.
- Mantenimiento de la maquinaria.
- Minimización de las emisiones de polvo y partículas.

- Gestión de los residuos de obra y materiales sobrantes.
- Protección de la calidad de las aguas del medio.
- Gestión de los sedimentos.
- Restitución geomorfológica y edáfica de las zonas de obra

El programa de vigilancia ambiental se elaborará en conjunto con, el área de diseño arquitectónico, ingeniería civil, construcción y supervisión ambiental de la obra, con base en la resolución ambiental para garantizar la correcta aplicación de los términos y condiciones que requiera la autoridad en caso de contar con la autorización correspondiente.

7.3 Conclusión

Con base en el análisis desarrollado a lo largo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se pueden concluir los siguientes puntos:

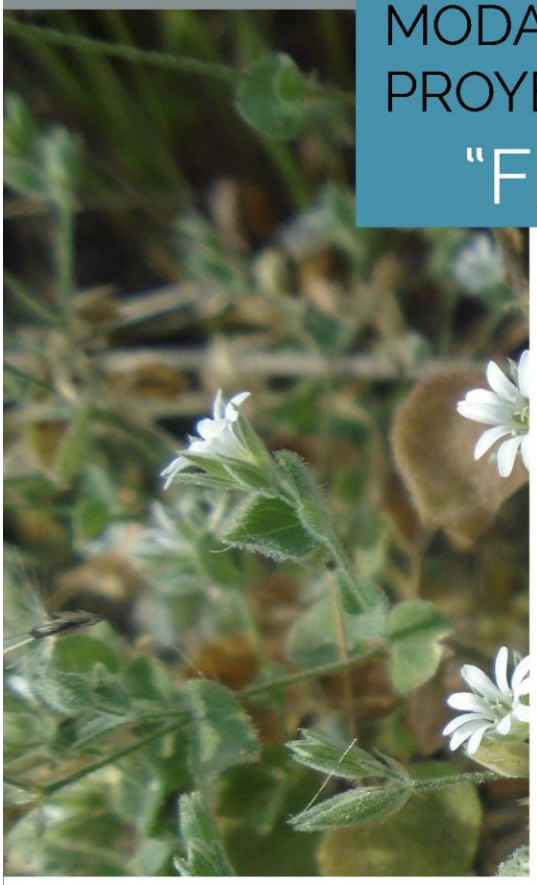
- El proyecto, "Fraccionamiento Los Cobos" en el Estado de Aguascalientes cumple con la normatividad ambiental vigente, por lo que es jurídicamente viable.
- Se delimitó un sistema ambiental regional, con base en el recurso hídrico del predio; lo anterior en congruencia con investigaciones que determinan al agua como elemento rector en la regionalización de ecosistemas debido a la dependencia de los seres vivos al líquido.
- Se realizó una descripción detallada del Sistema Ambiental Regional, lo que permite presentar datos cualitativos y cuantitativos con relación a flora, fauna, suelo y agua que permiten generar un correcto diagnóstico ambiental del proyecto.
- Se realizó una evaluación de impactos ambientales adecuada con base en valoraciones cualitativas y cuantitativas que permiten cuantificar y determinar medidas de mitigación que pueden medirse en campo.
- Se propusieron como medidas de mitigación las siguientes:
    - Rescate y reubicación de fauna silvestre
    - Rescate y reubicación de flora silvestre

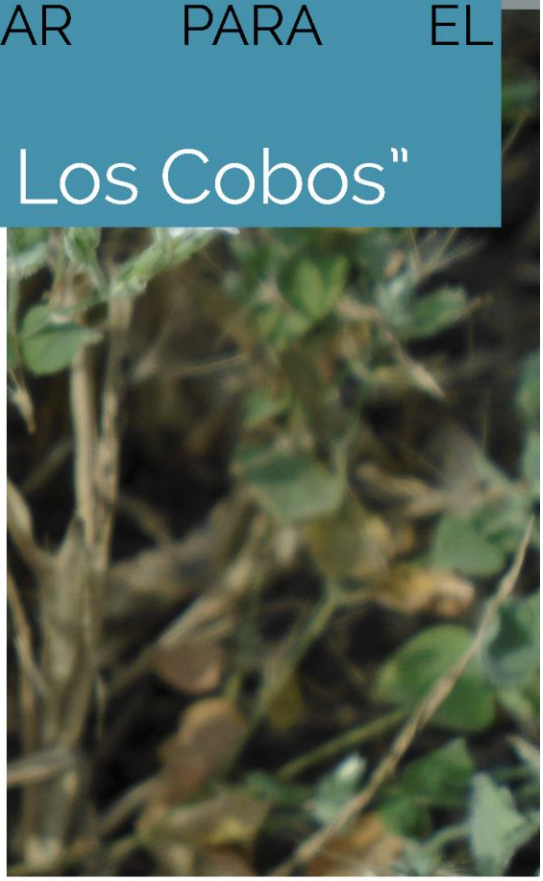
- Reforestación en un área de 14.1 hectáreas con una densidad de plantación de 2,500 plantas por hectárea.
- Rescate y conservación de suelos.
- Creación de un programa de vigilancia ambiental

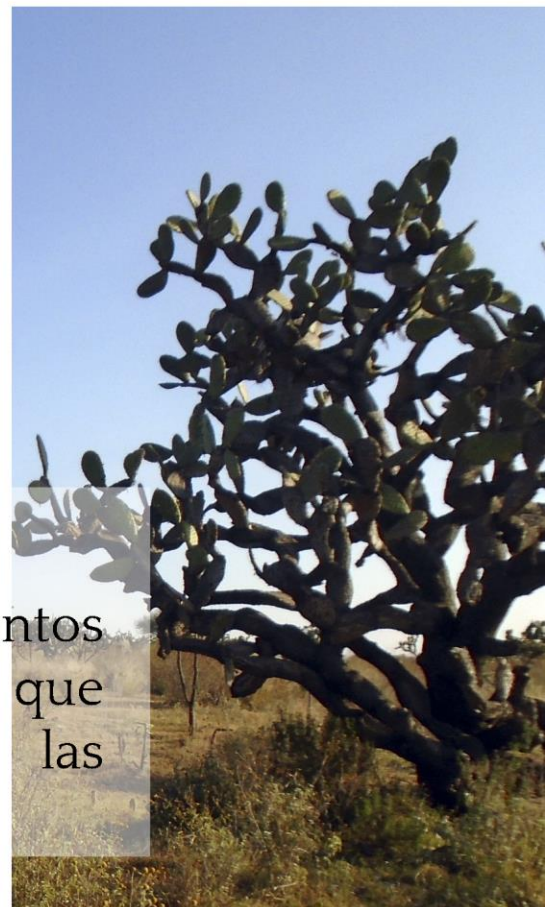
- Es importante mencionar que, los impactos descritos se atenderán de manera pronta y oportuna al aplicar las acciones necesarias para reducir, mitigar y/o compensar los impactos que se generarán por desarrollar el proyecto.
- La aplicación de los programas de reforestación, rescate y reubicación generarán áreas de alto valor ambiental, refugios para la fauna y conservación de germoplasma.
- El proyecto contará con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que no representará una alteración adicional a la microcuenca en materia hídrico.
- Es importante generar desarrollos habitacionales que permitan un ordenado desarrollo urbano de la zona, ya que se presentan asentamientos irregulares en las cercanías del proyecto. En materia social, el proyecto generará un beneficio social.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO:

"Fraccionamiento Los Cobos"







CAPITULO VIII

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

Contenido

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental....8-308
8.1 Metodologías empleadas en el desarrollo del estudio....8-308
8.2 Diseño de muestreo de vegetación....8-308
8.2.1 Criterios para la estratificación de la vegetación....8-310
8.2.2 Ubicación de los sitios de muestreo....8-311
8.2.3 Análisis de la información obtenida....8-312
8.3 Muestreo de fauna....8-314
8.3.1 Metodología para muestreo de mastofauna....8-315
8.3.2 Metodología para el muestreo de Ornitofauna....8-316
8.3.3 Metodología utilizada para el muestreo de herpetofauna....8-317
8.4 Fichas técnicas....8-320
8.4.1 Descripción....8-321
8.5 Anexo fotográfico....**¡Error! Marcador no definido.**
8.6 Metodología de RUSLE para obtener la erosión....8-330
8.6.1 Factor R: Erosividad de la lluvia....8-331
8.6.2 Factor K: Erosionabilidad del suelo....8-332
8.6.3 Factor LS: Longitud e inclinación de la pendiente....8-336
8.6.4 Factor C: Manejo y cobertura del suelo....8-338
8.7 Captación de agua....8-340
8.7.1 Balance climático....8-341
8.7.2 Recarga acuífera....8-342
8.8 Interpretación particular a través de un vuelo fotogramétrico....8-345
8.8.1 Marco Teórico....2-19
Objetivo del vuelo fotogramétrico....2-20
i. Objetivos particulares....8-346
Adquisición de imágenes....2-21
8.8.2 Sensores empleados....2-21
Cámara RGB....8-347
8.8.3 Multicóptero como plataforma aérea....8-348
8.8.4 Aerotriangulación pasiva....8-349
8.8.5 Formación de imágenes digitales....8-350

8.8.6 Resolución espacial y pixeles 8-351
8.8.7 Alineación de cámaras cuando existen múltiples imágenes 8-352
8.8.8 Ajuste de deformaciones en la imagen (corrección de lente gran angular) 8-352
8.8.9 Reconstrucción tridimensional 8-353
8.8.10 Tratamiento de datos en un Sistema de Información Geográfica 8-354
8.8.11 Metodología 2-22
Fase 1 – Planificación de campaña y adquisición de fotografías de campo 2-22
Fase 2 – Alineación o aerotriangulación 2-24
Fase 3 – Generación de nubes superdensas de puntos 2-25
8.8.12 Resultados del vuelo fotogramétrico 2-27
Nubes de puntos .LAS 2-27
8.8.13 Ortofotos 2-28

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental

8.1 Metodologías empleadas en el desarrollo del estudio

8.2 Diseño de muestreo de vegetación

Para obtener una mejor representación de la vegetación presente dentro del SA y del predio en el que se pretende llevar a cabo el proyecto, se empleó un muestreo dirigido a 9 y 7 sitios, respectivamente, de 1000 m^2 cada uno, que sirvieron para determinar la riqueza y estructura de las especies de flora encontradas en estas unidades de análisis, considerando el estado de conservación de estos sitios de muestreo con la finalidad de seleccionar aquellos que presentan un buen estado de conservación y de esta manera demostrar que todas al especies que se pretenden afectar dentro del área donde se llevará a cabo el proyecto, se encuentren representadas dentro del SA.

Derivado de lo anterior, se llevó a cabo un análisis previo de gabinete para la comunidad vegetal denominada matorral crassicaule dentro del SA delimitado, la cual corresponde al tipo de vegetación que se verá afectada, posteriormente se realizó el muestreo en campo; tales actividades consistieron en lo siguiente:

- El uso de planos cartográficos, y de acuerdo con la clasificación de la Serie III de INEGI de Uso de suelo y vegetación (INEGI, 2009), se identificó la ubicación del tipo de vegetación por afectar dentro del SA, para así establecer los sitios de muestreo de dimensiones fijas, distribuidos de manera dirigida y que se tuviera una representación adecuada de esta comunidad vegetal tanto en su estructura, como en su composición; así como en sus condiciones ecológicas (los sitios se delimitaron para obtener los datos de la estructura y riqueza florística en sus diferentes estados de conservación).
- Una vez identificado el tipo de vegetación por afectar y establecido el método de muestreo, se realizó la visita de campo, donde se realizó el levantamiento de los 9 sitios de

muestreo, los cuales corresponden al tipo de vegetación que se verá afectada con el proyecto.

- El sistema de muestreo utilizado fue dirigido y consistió en seleccionar las unidades elementales de la población dado que las unidades seleccionadas gozan de representatividad, esto con la finalidad de conocer la composición florística del área de estudio dentro del SA.
- El diseño de muestreo fue de forma circular con un área de 1,000 metros cuadrados, que equivale a una décima parte de una hectárea, el cual cuenta con un radio de 17.84 metros, para el levantamiento de la información técnica de campo y consistió en medir y contabilizar los individuos del estrato arbóreo y cactáceas.
- Para el estrato arbustivo se delimitó un subsitio circular de 500 metros cuadrados, con un radio de 12.62 metros y finalmente para el estrato herbáceo se definió una parcela de 1 metro cuadrado (1 m x 1 m), estos dentro del círculo de 1,000 metros cuadrados, mismo que se ubicó por su homogeneidad y representatividad respecto a las condiciones del predio.
- Debido a que en el SA no se estima la cantidad de materias primas forestales, sólo se tomó en cuenta como dato dasométrico la cobertura de copa de las especies incluidas en el estrato arbóreo para calcular su posterior dominancia.

El levantamiento de información en el SA, se llevó a cabo siguiendo la siguiente metodología:

- Una vez definido el punto de muestreo, se identificó y georreferenció el centro de cada sitio de muestreo. Para el estrato herbáceo también se tomó sólo el centro del cuadrante de un metro por un metro. Esto se realizó con el uso de un sistema de posicionamiento global marca Garmin Etrex 10, el cual presentó un rango de error durante el muestreo de 3 metros.

- Se utilizó un flexómetro para delimitar 1 metro cuadrado y también se tomó como coordenada central la misma que se utilizó para el centro del muestreo general. El conteo y medición de las especies se inició desde el norte franco y en dirección de las manecillas del reloj para el estrato arbóreo y arbustivo, así como para el grupo de las cactáceas.

- El marcado del estrato arbóreo se realizó con pintura en aerosol de color naranja.
- Los sitios de muestro se realizaron del 22 al 23 de noviembre de 2015. Se hace mención que el levantamiento florístico se realizó en la temporada seca aproximadamente un mes después de concluir las lluvias de verano.

8.2.1 Criterios para la estratificación de la vegetación

Estrato arbóreo. Para considerar a un individuo como parte del estrato arbóreo se tomaron en cuenta aquellos individuos con un diámetro normal igual o mayor a 7.5 centímetros (FAO, 2000). La toma de dicha información se llevó a cabo mediante el uso de una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers.

Cactáceas. Se realizó el conteo de todos los individuos pertenecientes a este grupo que se encontraron dentro de cada sitio de 1,000 metro cuadrados, sin importar su forma o talla.

Estrato arbustivo. Para este grupo se tomaron en cuenta aquellos individuos con apariencia leñosa cuyo diámetro normal es menor a 7.5 centímetros. La toma de dicha información se llevó a cabo mediante el uso de una cinta diamétrica marca Forestry Suppliers.

Estrato herbáceo. Para el estrato herbáceo se consideraron aquellos individuos con una altura generalmente menor a 1 metro y que no presentan apariencia leñosa.

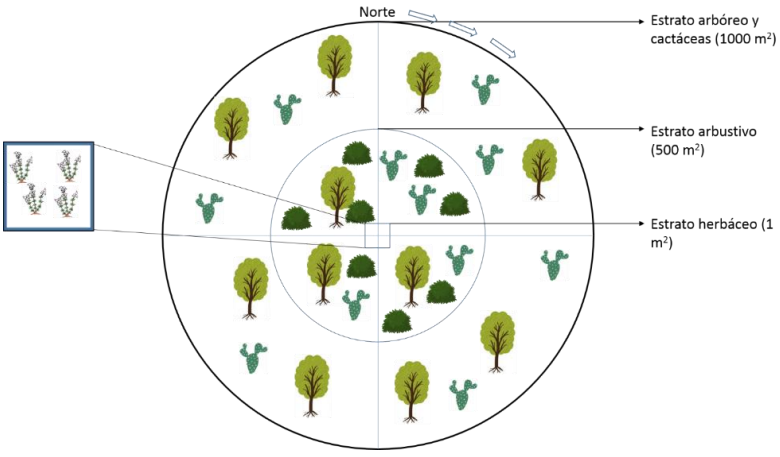


Imagen 8-1 Criterios para la estratificación de la vegetación

8.2.2 Ubicación de los sitios de muestreo

Buscando que fuese representada de la mejor manera la vegetación dentro del SA, se ubicaron 9 sitios de muestreo distribuidos de acuerdo a las condiciones de cobertura y diversidad, a continuación, se presentan las coordenadas UTM de la zona 13 de cada sitio de muestreo:

Imagen 8-2 Ubicación de los sitios del muestreo en el SA

SITIO	COORDENADA	
	X	Y
1	785243	2416589
2	785165	2416617
3	783796	2415949
4	783806	2416165
5	783977	2416410
6	784084	2416638
7	784238	2416338
8	784523	2416281
9	783534	2415019

Para el caso del predio en el que pretende desarrollar el proyecto, se presentan las coordenadas UTM zona 13 de cada uno de los 7 sitios de muestreo, así como el mapa de ubicación de los mismos.

Imagen 8-3 Ubicación de los sitios del muestreo en el predio

Punto	X	Y
1	783928	2416249
2	783940	2415746
3	783894	2415524
4	783886	2415288
5	784262	2415590
6	785005	2416097
7	785385	2416063

8.2.3 Análisis de la información obtenida

Teniendo en cuenta la información de campo, el material de colecta y documentación fotográfica, el análisis se realizó mediante el software Microsoft Excel® 2012. La identificación de especies de flora se realizó mediante claves y fotografías de los herbarios online disponibles. Se determinaron los parámetros estructurales de la comunidad vegetal como: densidad de plantas por hectárea y cobertura.

Se calcularon los parámetros ecológicos de la comunidad vegetal, tales como: densidad, dominancia y frecuencia, tanto para el SA, como para el predio en el que se pretende realizar el proyecto, tal como se indica a continuación:

- Densidad absoluta y relativa (Da y Dr). Este parámetro permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten e conteo independiente de cada individuo. La densidad absoluta se refiere al número de individuos de una especie "*x*" presente en un área determinada, para este caso se consideró al nivel de hectárea tipo. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, en porcentaje; se estiman mediante las siguientes:

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{No. de individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Densidad de la especie } i}{\sum \text{Densidades de todas la especies}} \times 100$$

- Frecuencia. Este parámetro se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestro en la que una especie está presente, por tanto, la Frecuencia relativa pondera el número de veces que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual.

$$\text{Frecuencia (F)} = \frac{\text{Número de sitios en los que ocurre la especie } i}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (FR)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie } i}{\sum \text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

- **Dominancia**. Se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos, el tamaño, su capacidad defensiva, etc. La comunidad por lo general, lleva el nombre de la especie que domina; en este caso se utilizó se determinó la dominancia para las especies arbóreas en función del área que abarca la copa.

$$\text{Dominancia (Do)} = \frac{\sum \text{Área de copa de todos los individuos de la especie } i}{\text{Área muestreada}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (DoR)} = \frac{\text{Dominancia de la especie } i}{\sum \text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

- **Índices de diversidad**. La estimación se realizó mediante el índice de Shannon-Wiener y el Índice de Valor de Importancia (IVI), ya que contempla la cantidad de especies presentes en al área de estudio (riqueza de especies), la cantidad relativa de individuos de cada una de las especies (abundancia); así como la jerarquización de la dominancia de cada especie. Este análisis se realizó para determinar la estructura y composición florística del SA y del predio, mediante las siguientes funciones:

Índice de valor de importancia (IVI)

$$\text{IVI} = \text{DR} + \text{DoR} + \text{FR}$$

Donde:
IVI = Índice de valor de importancia
DR = Densidad relativa
DoR = Dominancia relativa
FR = Frecuencia relativa

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi(\ln pi)$$

Donde:

H'= Índice de diversidad

S= Riqueza biológica o número de especies

Pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

Ln= Logaritmo natural

Índice de Pielou

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde:

H'max= Ln(S)

J'= Equidad

8.3 Muestreo de fauna

En estudios ambientales a corto y/o largo plazo, el conocer las características poblacionales de fauna es poco útil, debido a que las fronteras entre una población y otra son difíciles de definir, es decir no se sabe en donde comienza una población y en donde termina otra. En la mayoría de los estudios es suficiente con conocer la densidad relativa en el caso de estudios poblacionales o bien la abundancia relativa de especies para conocer la composición faunística y los índices de diversidad.

Debido a que a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área, por factores como la estacionalidad, el tiempo de muestreo, características de la especies, el estado del tiempo e incluso la accesibilidad al sitios, es muy importante la elaboración de listados de probable ocurrencia en los que se consideren a todas aquellas especies que podrían

encontrarse en el sitio, para lo cual se toman en consideración los requerimientos de las especies, las condiciones del lugar, así como registros de trabajos en el sitio o cercanos a él.

Para el trabajo de muestreo de fauna que se llevó a cabo al interior del SA, así como en el predio en el que se ubica el proyecto, el esfuerzo de campo tuvo una duración de 6 días efectivos, del 18 al 23 de noviembre de 2015. El criterio principal para la selección y ubicación de los sitios de muestreo se fundamentó en el conocimiento práctico de los expertos en los diferentes grupos taxonómicos, bajo la primicia de tener una buena representación de los usos de suelo y vegetación presentes.

Con el apoyo de binoculares, lámparas y guías de campo especializadas sobre los distintos grupos de vertebrados, se realizaron recorridos diurnos y nocturnos, a pie y en vehículos, para la obtención de registros directos (visuales y capturas) e indirectos (cantos, rastros de huellas, excretas, huesos, madrigueras, etc.) de las especies de animales presentes. Por otra parte, mediante el uso de tres GPS Etrex Garmin, se referenció la ubicación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

8.3.1 Metodología para muestreo de mastofauna

El muestreo de mamíferos se realizó mediante recorridos diurnos y nocturnos, en los cuales fue factible obtener registros directos de algunas especies, así como la ubicación de huellas y rastros que posteriormente fueron identificados con literatura especializada (Aranda 2000, Ceballos y Oliva 2005).

Adicionalmente se utilizaron 20 trampas tipo Sherman para la captura de roedores siguiendo los métodos convencionales de colecta científica descritos por Romero-Almaraz et al. (2000). En cada localidad muestreada se seleccionó una zona al azar donde se colocaron las trampas mediante el método de transecto en línea, a una distancia de 7 a 10 m de separación entre las trampas, mismas que fueron cebadas con avena. Los ejemplares capturados fueron identificados con ayuda de claves especializadas (Hall 1981; Ceballos y Oliva 2005), y posteriormente se liberaron en el mismo lugar de su captura.

Para los murciélagos se colocaron diariamente cuatro redes de niebla de nylon (de 12 m), las cuales fueron colocadas entre la vegetación y cruzando caminos y senderos hechos por humanos, los cuales son usados como rutas de vuelo de murciélagos (Kunz 1988, García et al. 2006). Las redes se abrieron durante las primeras horas de la noche (18:00 a 20:00 horas) con el fin de maximizar la probabilidad de captura durante el primer pico de actividad de los murciélagos.

Dado que la mayoría de los mamíferos medianos y grandes son de hábitos nocturnos, poco conspicuos y rara vez se observan durante el día, como un método para complementar el inventario de los mamíferos silvestres se realizaron recorridos a lo largo de senderos naturales y brechas para la colecta e identificación de sus rastros (huellas, excretas, pelo, cráneos, restos de sitios de alimentación). Estos transectos sirvieron también para el reconocimiento del terreno y la selección de sitios para la colocación de trampas tipo Tomahawk y Sherman.

Diariamente se colocaron cinco trampas tipo Tomahawk cebadas con atún y sardina para la captura de mamíferos medianos. Las trampas fueron instaladas sobre los senderos de animales o en la proximidad de las madrigueras registradas.

El arreglo taxonómico de los ejemplares registrados se realizó con base en la propuesta de Wilson y Reeder (1993), en tanto que los nombres comunes de los mamíferos se tomaron de referencia del libro de Ceballos y Oliva (2005). La determinación taxonómica de los quirópteros capturados se efectuó conforme al trabajo de Medellín et al. (1997), mientras para los roedores se utilizaron los trabajos de Hall (1981) y Ceballos y Oliva (2005), y para la identificación de los rastros de mamíferos medianos y grandes, se empleó la guía de Aranda (2000).

8.3.2 Metodología para el muestreo de Ornitofauna

El muestreo de la avifauna se llevó a cabo mediante dos distintas técnicas: búsqueda intensiva y captura con redes de niebla (Ralph et al. 1996; Bibby et al. 2000). En cada día de muestreo se combinaron las dos técnicas a lo largo de todo el día, de tal manera que se aprovecharon los dos picos de actividad de las aves.

- Búsqueda intensiva

La búsqueda intensiva consiste en recorrer un área determinada sin seguir una trayectoria fija para localizar, contar e identificar aves. Si alguna especie o vocalización no resulta familiar, se debe intentar aproximarse al elemento desconocido para tratar de identificarlo visualmente. Al hacer lo anterior, se aumenta la probabilidad de detección de especies poco conspicuas o silenciosas (Ralph et al. 1996; Ortega-Álvarez et al. 2012).

- Redes de niebla

La colocación de redes de niebla es una técnica de campo ampliamente empleada para la realización de inventarios, pues suelen contribuir en el registro de especies silenciosas y difíciles de observar (Bibby et al. 2000). Las redes, una vez abiertas, fueron revisadas en intervalos máximos de 45 minutos, y no fueron desplegadas en condiciones, viento, frío o calor intensos para evitar la mortalidad de las aves (Ralph et al. 1996). Para estandarizar el esfuerzo de muestreo, se considera que una red estándar tiene 12 m de largo y 2.5 m de alto. Dicha red, operada durante una hora, equivale a una "hora red" de esfuerzo de muestreo (Ralph et al. 1996). En el presente estudio se colocaron redes los cuatro últimos días del muestreo. Cada día se emplearon 8 horas red, que en total por los cuatro días sumaron 32 horas red.

8.3.3 Metodología utilizada para el muestreo de herpetofauna

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad máxima 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 asociadas a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados. Es posible contabilizar ejemplares de anfibios cuando se concentran en áreas de reproducción; sin embargo, algunos individuos, particularmente las hembras, pueden no movilizarse en todas las estaciones de reproducción a estas áreas de agregación. La temporada de reproducción generalmente es de corta duración en especies de clima templado y de mayor duración en especies tropicales, y es muy impredecible en duración y ocurrencia en especies de ambientes áridos.

Por su parte, los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de ejemplares de 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.

Para el presente estudio, la búsqueda de anfibios y reptiles se realizó empleando un método de muestreo consistente en transectos aleatorios a pie, utilizando las técnicas convencionales de recolecta descritas por Casas-Andreu et al. (1991), Heyer et al. (1994), y McDiarmid (2011). El muestreo se realizó buscando en todos los micros hábitats en los que se pueden encontrar a estos organismos, tales como debajo de rocas, hojarasca y troncos y pencas de nopal secas, dentro de agujeros en la tierra, sobre el suelo, arbustos y árboles.

Para llevar a cabo una adecuada determinación taxonómica de las especies, así como para obtener fotografías de los individuos observados, fue necesaria la captura de algunos de los organismos, mismos que posteriormente fueron liberados. El método de captura dependió esencialmente del organismo a recolectar, pudiéndose tomar directamente con la mano o con la ayuda de materiales como ganchos herpetológicos, ligas de plástico, pinzas de disección de 30 cm, sacos de manta y bolsas de plástico.

La determinación taxonómica de todas las especies observadas en el sitio de muestreo se realizó con la ayuda de literatura especializada, así como utilizando las claves taxonómicas de Flores-Villela et al. (1995).

A continuación, se incluye la localización (coordenadas UTM) del punto de inicio de los transectos recorridos para la obtención de registros directos e indirectos (cantos, rastros de huellas, excretas, huesos, madrigueras, etc.) de las especies de fauna silvestre en la microcuenca, así como del punto inicial de los transectos de trampas Sherman, y la ubicación individual de las trampas Tomahawk empeladas en los sitios 1, 3, 5, 7 y 8. Únicamente se incluye la ubicación del inicio, ya que como quedó establecido en los métodos, el tipo de transectos implementados no siguió una trayectoria fija, lo cual permitió maximizar la eficiencia de búsqueda; para el caso de las estaciones de muestreo por el método de redes de niebla para aves y murciélagos, de igual manera, se presentan las coordenadas de los puntos donde se colocaron.

Tabla 8-1 Coordenadas en UTM de cada transecto

Número de Transecto	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	784760	2415207
2	785200	2415390
3	785630	2415196
4	784049	2415214
5	783930	2416573
6	784310	2416718
7	784751	2416630
8	785181	2416458

Número de Transecto	Coordenadas UTM	
	X	Y
Transecto 1	783866	2415230
Transecto 2	784234	2415561
Transecto 3	783942	2415785
Transecto 4	784431	2414077
Transecto 5	784874	2415980
Transecto 6	785362	2415989

Estación de redeo	UTM	
	X	Y
Estación de redeo para aves 1	784040	2414937
Estación de redeo para aves 2	784926	2415332
Estación de redeo para aves 3	784059	2416609
Estación de redeo para aves 4	784951	2416564
Estación de redeo para murciélagos 1	784308	2415177
Estación de redeo para murciélagos 2	784997	2415465
Estación de redeo para murciélagos 3	784160	2416651
Estación de redeo para murciélagos 4	785042	2416437

Estación de redeo	Coordenadas UTM	
	X	Y

Estación de redeo para aves 1	783928	2415352
Estación de redeo para aves 2	784080	2415939
Estación de redeo para aves 3	785180	2415885
Estación de redeo para murciélagos 1	785068	2416035
Estación de redeo para murciélagos 2	784609	2416004
Estación de redeo para murciélagos 3	784261	2415960

8.4 Fichas técnicas

A continuación, se muestra el listado de las especies encontradas y su ficha técnica:

Tabla 8-2 Listado de especies encontradas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
Fabaceae	*Acacia farnesiana* (L.) Willd.	Huizache	Arbustivo
Fabaceae	*Acacia schaffneri* (S.Watson) F.J.Herm.	Huizache chino	Arbustivo y Arbóreo
Asteraceae	*Adenophyllum* sp.	Cempasúchil	Herbáceo y Arbustivo
Asteraceae	*Artemisia ludoviciana* Nutt.	Estafiate	Arbustivo
Asteraceae	*Baccharis pteronioides* DC.	Hierba del golpe	Arbustivo
Asteraceae	*Bidens* sp.	Aceitilla	Herbáceo
Poaceae	*Bouteloua* sp.		Herbáceo
Asteraceae	*Brickellia veronicifolia* (Kunth) A.Gray	Estrellita	Herbáceo y Arbustivo
Scrophulariaceae	*Buddleja* sp. 1		Arbustivo
Scrophulariaceae	*Buddleja* sp. 2		Herbáceo
Scrophulariaceae	*Buddleja scordioides* Kunth	Salvilla	Arbustivo
Poaceae	*Cenchrus echinatus* L.		Herbáceo
Euphorbiaceae	*Croton* sp.		Arbustivo
Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M.Knuth	Cardenche	Cactáceas
Convolvulaceae	*Dichondra argentea* Humb. & Bonpl. ex Willd.	Oreja de ratón plateado	Herbáceo
Poaceae	*Eragrostis* sp.		Herbáceo
Asteraceae	*Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav.	Estrellita	Arbustivo
Amaranthaceae	*Guilleminea densa* (Willd. ex Schult.) Moq.	Rosa de castilla cimarrona	Herbáceo

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato
Asteraceae	*Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less.	Limpia tunas	Arbustivo
Lamiaceae	*Hyptis albida* Kunth	Salvia	Arbustivo
Verbenaceae	*Lantana camara* L.	Lantana	Arbustivo
Cactaceae	*Mammillaria uncinata* Zucc. ex Pfeiff.	Biznaga	Cactáceas
Poaceae	*Microchloa* sp.		Herbáceo
Fabaceae	*Mimosa monancistra* Benth.	Gatuño	Arbustivo
Nyctaginaceae	*Mirabilis viscosa* Cav.	Maravillita	Arbustivo
Cactaceae	*Opuntia engelmannii* subsp. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzmán & Mandujano	Nopal	Cactáceas
Cactaceae	*Opuntia jaliscana* Bravo	Nopal	Cactáceas
Cactaceae	*Opuntia robusta* J.C. Wendl.	Nopal	Cactáceas
Cactaceae	*Opuntia streptacantha* Lem.	Nopal cardón	Cactáceas
Cactaceae	*Opuntia tomentosa* Salm-Dyck	Nopal chamacuelo	Cactáceas
Fabaceae	*Prosopis laevigata* (Willd.) M.C.Johnst.	Mezquite	Arbóreo y Arbustivo
Amaranthaceae	*Salsola kali* subsp. *tragus* (L.) Čelak.	Rodadora	Arbustivo
Asteraceae	*Soliva anthemifolia* (Juss.) Sweet		Herbáceo
Asteraceae	*Tagetes* sp.		Herbáceo
Asteraceae	*Verbesina serrata* Cav.	Vara blanca	Arbustivo
Asteraceae	*Zaluzania angusta* (Lag.) Sch.Bip.	Cenicilla	Herbáceo y Arbustivo

8.4.1 Descripción

Especie	Descripción
Familia: Fabaceae Nombre científico: ***Acacia farnesiana (L.) Willd.*** Nombre común: Huizache Estrato: Arbustivo	Originaria de América tropical. Naturalizada en todo el mundo tropical y en el Mediterráneo. Se cultiva en Argelia y sur de Francia, principalmente en la región de Grasse. Se extiende del sur de Estados Unidos, pasando por México y Centroamérica hasta Argentina y Chile. También a lo largo de las Antillas, desde Bahamas y Cuba hasta Trinidad y Tobago, Curazao y Aruba; se ha naturalizado en los trópicos del Viejo Mundo. Por lo general se desarrolla a orilla de caminos, arroyos, parcelas abandonadas, terrenos con disturbio, terrenos sucesionales (acahuales), sitios ruderales. Se le

Especie	Descripción
	encuentra donde predominan climas cálidos (Aw) y semicálidos A(C), en regiones que tienen hasta 900 mm de precipitación anual y temperaturas que varían de 5 a 30 ºC. Prospera en una gran variedad de suelos desde muy arcillosos hasta muy arenosos. Suelos: rendzina, xegorendzina, vertisol, arenoso, húmedo, caliza, yeso, lutita y aluvión. Especie Secundaria. Elemento importante de la vegetación secundaria que sucede al bosque tropical caducifolio. Forma asociaciones densas llamadas "huizachales". Indicadora de sitios perturbados. El huizache tiene potencial para ocupar un rango de distribución más amplio que el actual. En Morelos es un componente facultativo del estrato superior de los mezquitales o bosques de *Prosopis*. En el suroeste de Puebla un matorral denso de *A. farnesiana* se establece como comunidad secundaria en los suelos profundos, cuyo clímax corresponde al bosque de *Prosopis* y *Pithecellobium*.
Familia: Fabaceae Nombre científico: Acacia schaffneri (S.Watson) F.J.Herm. Nombre común: Huizache chino Estrato: Arbustivo y Arbóreo	Pertenece al reino plantae, del orden de fabales, familia Fabaceae
Familia: Asteraceae Nombre científico: Adenophyllum sp. Nombre común: Cempasúchil Estrato: Herbáceo y Arbustivo	Es una especie de la familia Asteraceae, nativa de México, donde se encuentra en estado silvestre principalmente en los estados de Chiapas, Estado de México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala, Oaxaca, Jalisco y Veracruz. También se encuentra en los países de América Central. El nombre común "cempasúchil" procede de la palabra en náhuatl cempōhualxōchitl, que significa "veinte flor" (de cempohualli= veinte y Xochitl=flor). Planta anual cuya altura oscila entre 30 hasta 110 cm. Sus hojas son opuestas, pinnadas, subdivididas en segmentos lanceolados o dentados y ciliados. La flor compuesta es muy aromática y sus tonalidades van del naranja hasta el amarillo. Posee un largo periodo de floración que se extiende durante todo el verano y el otoño. Se reproduce fácilmente por semillas.

Especie	Descripción
Familia: Asteraceae Nombre científico: Artemisia ludoviciana Nutt. Nombre común: Estafiate Estrato: Arbustivo	Esta especie se encuentra en manchones en las orillas de parcelas de zonas rurales; a veces es cultivada por sus propiedades medicinales. Artemisia es un género grande con más de 200 especies en las partes secas del mundo. Es una especie variable con numerosas subespecies descritas. La subespecie presente en el Valle de México es Artemisia ludoviciana ssp. mexicana (Willd.) Keck (= Artemisia mexicana Willd, A. ghisbreghtiana Rydb.). En la Flora de Norteamérica se reconocen seis variedades. Se distribuye en el norte y centro del país, sobre todo en el altiplano: Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998). En el oeste de México se encuentra entre 1500 y 2300 m (McVaugh, 1984); en el Valle de México se reporta hasta 2900 m de altura (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Hábito y forma de vida: Hierba perenne. Tamaño: 1 a 1.5 m de alto. Tallo: Generalmente varios a muchos tallos a partir de una base rizomatosa, estriado (con rayas longitudinales) y anguloso, flocoso-tomentoso (con pelos largos y entrelazadas), con la edad glabro, 3-5 mm de ancho en la base. Hojas: Alternas, sésiles o con un pecíolo corto y ancho, a veces agrupados en las axilas de una hoja, de hasta 15 cm de largo, de 1-10 mm de ancho, indivisas y lineares a lanceoladas, elípticas u obovadas a divididas (sobre todo las inferiores), blanco-tomentosas en ambas caras cuando joven, margen revoluto. En la subespecie del centro de México, A. ludoviciana subsp. mexicana, la pubescencia a menudo es pronto caediza en el haz, así que las hojas maduras son bicoloras: casi blancas abajo y verde oscuro arriba. En el norte del país existen poblaciones muy pilosas en ambas caras a casi glabras. Inflorescencia: Una panícula o racimo folioso, 20-50 cm de alto, ramas de hasta 30 cm, las cabezuelas generalmente en ramitas secundarias, casi sésiles.

Especie	Descripción
Familia: Asteraceae Nombre científico: Baccharis pteronioides DC. Nombre común: Hierba del golpe Estrato: Arbustivo	Se localiza en La Candelaria, Llano Grande, San Francisco de Lajas y Taxicaringta. Su uso es medicinal, generalmente para la fiebre. Es un Arbusto bajito, muy ramoso. Hojas muy tupidas, pequeñas y angostas, brillantes y pegajosas. Flores amarillas a casi blancas, pequeñas pero muy tupidas a lo largo de las ramas, entre las hojitas. Crece entre zacates, en lugares despejados, con encinos, nopales o palo bobo, en laderas y cerros pedregosos. Florece de noviembre a junio.
Familia: Asteraceae Nombre científico: Bidens sp. Nombre común: Aceitilla Estrato: Herbáceo	Planta anual, comúnmente ramificada desde la base, con o sin pelos. Su altura es de 1 hasta (1.8) m de alto. Su tallo es cuadrangular, ramificado, con pocos pelos o sin ellos. Las hojas son peciolos de hasta 8 cm de largo; lámina de hasta 13.5 cm de largo y 11 cm de ancho, partida en 3 a 5 (7) foliolos simples, ovados a lanceolados, agudos a acuminados en el ápice, toscamente aserrados, con pelos esparcidos en ambas caras. Varias cabezuelas agrupadas en cimas corimbosas en las porciones terminales de las ramas. La Cabezuela con involucro anchamente campanulado a subhemisférico, brácteas exteriores 7 a 10, lineares a linear-espatuladas, de 3 a 5 cm de largo, verdes, ciliadas, las interiores 8 a 10, lanceoladas, de 3 a 5 mm de largo, cafés pero con los márgenes hialinos, sin pelos; receptáculo plano a convexo, páleas lineares; flores liguladas ausentes pero llegan a observarse en la periferia del disco de 1 a 5 pequeñas flores tubulosas fértiles de corola blanca; flores del disco 35 a 75 de corola amarilla, de 3 a 4 mm de largo, con pocos pelos o sin ellos en el tubo, anteras oscuras. Sus frutos y semillas son Aquenios de 5 a 18 mm de largo, los interiores lineares y más largos, los exteriores más o menos comprimidos dorso-ventralmente y más cortos, negruzcos a cafés, vilano por lo común de 3 aristas amarillas, de 1 a 3 mm de largo. La raíz es Pivotante.
Familia: Poaceae Nombre científico: Bouteloua sp. Estrato: Herbáceo	Bouteloua, es un género de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las poáceas con una treintena de especies aceptadas.2 1 Es originario de América donde se distibuye desde Canadá hasta Suramérica, con la mayor cantidad de especies en Estados Unidos.

Especie	Descripción
	Son plantas anuales o perennes, cespitosas, estoloníferas o rizomatosas. Lígula una membrana ciliada; láminas lineares, aplanadas o plegadas. Inflorescencia un racimo de 1-numerosas espigas cortas, unilaterales; espigas desarticulándose como una unidad y las espiguillas a veces también desarticulándose arriba de las glumas; espiguillas generalmente 3-numerosas (raramente 1) por espiga, naciendo en 2 hileras a lo largo del lado inferior del raquis de la espiga, generalmente agrupadas. Espiguillas comprimidas lateralmente, con 1 flósculo bisexual inferior y 1-2 flósculos superiores estaminados o estériles modificados de varias maneras u ornamentados; glumas desiguales a subiguales, más cortas que los flósculos, 1-nervias, la inferior más corta que la superior; lema fértil cartilaginosa, 3-nervia, las nervaduras a menudo excurrentes como aristas; pálea 2-carinada, el ápice 2-dentado o 2-mucronato; lodículas 2; estambres 3; estilos 2. Fruto una cariopsis; embrión 1/2-3/4 la longitud de la cariopsis; hilo punteado.
Familia: Asteraceae Nombre científico: Brickellia veronicifolia (Kunth) A.Gray Nombre común: Estrellita Estrato: Herbáceo y Arbustivo	Brickellia veronicifolia es una especie de planta medicinal perteneciente a la familia de las asteráceas. Es un arbusto que se encuentra en la Sierra de Chisos en el oeste de Texas, USA y México. Es un arbusto que alcanza un tamaño de 40 cm a 1 m de altura, muy ramificado cerca de la base con los tallos grises a rojizos. Las hojas son un poco redondeadas y los bordes ondulados; con las flores blancas o rosas y se encuentran en la unión del tallo y las hojas. Es originaria de México y del oeste de Texas. Habita en climas semisecos y templados, entre los 1750 y hasta los 2750 metros. Está presente en sitios con vegetación muy perturbada de matorral xerófilo, pastizal, bosque mesófilo de montaña, de encino y de pino. Su empleo es más frecuente en problemas relacionados con la vesícula biliar: amargor de boca, bilis, y cólico biliar. Como analgésico se le usa en diversos dolores digestivos, sobre todo para el dolor de estómago, dolor de apéndice, cólicos agudos y cólicos.
Familia: Scrophulariaceae	

Especie	Descripción
Nombre científico: Buddleja sp. 1 Estrato: Arbustivo	
Familia: Scrophulariaceae Nombre científico: Buddleja sp. 2 Estrato: Herbáceo	
Familia: Scrophulariaceae Nombre cientifico: Buddleja scordioides Kunth Nombre común: Salvilla Estrato: Arbustivo	Buddleja scordioides o escobilla, es una especie de arbusto perteneciente a la familia de las escrofulariáceas. Es originaria de Arizona, sudeste de Nuevo México, sudoeste de Texas, y el Desierto de Chihuahua de México, donde crece entre matorral xerofito espinoso en suelos alcalinos a una altitud de 600 - 2,500 metros. *B. scordioides* es una maleza o arbusto dioico que alcanza un tamaño de 0,3 a 1,2 m de altura, con la corteza triturada. Las ramas jóvenes son subquadrangulares y tomentosas, teniendo pequeñas hojas oblongas a lineares membranaceas de 1 a 3 cm de largo por 0,3 a 0,8 cm de ancho, rugosa anteriormente, y tomentosa en ambas superficies. Las inflorescencias miden 2 - 10 cm de longitud, y comprende 3 a 15 pares de sésiles cabezas, cada una con 15 a 20 flores, las corolas miden 1,5 - 2 mm de largo. En Aguascalientes, Durango y Guanajuato su uso medicinal incluye el tratamiento de padecimientos digestivos, principalmente dolor de estómago y diarrea. Además de usarse como eupéptico. Para tal efecto se recomienda tomar la infusión de las ramas o de la raíz, las que, también se aconseja hervir en leche para que la ingieran los niños cuando tienen cólicos.
Familia: Poaceae Nombre científico: Cenchrus echinatus L. Estrato: Herbáceo	El zacate cadillo frecuentemente es desagradable por sus espinas, que adhieren a ropa y pueden causar heridas en las piernas. Otros nombres comunes usados en español son Mozote, cadillo, zacate erizo, olotillo, cadillo, carretón morado, cadillo tigre, carretelo, roseta, carrapicho, abrojo, cadillo de perro, espolón, grano de mozote, pega-pega, zacate banderilla, pasto camolo, huizapol (Pitty y Muñoz, 1993; Rzedowski y Rzedowski, 2004). Se ha registrado en Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Especie	Descripción
	Crece erecta, con frecuencia creciendo varios individuos juntos. Su tamaño es de 25-60 cm de altura, su tallo es Tendido y ramificado, con pubescencia variable, hueco, delicado, con varios nudos manifiestos, sus hojas son alternas, vainas con pelos adpresos en los márgenes cerca del ápice; lígula ciliada; láminas planas, lineares a lanceoladas, de 4 a 35 cm de longitud y 5 a 8 mm de ancho, sin pelos a pubescentes en la base del haz; frecuentemente las puntas de las espinas de color púrpura con el tiempo.
Familia: Euphorbiaceae Nombre científico: Croton sp. Estrato: Arbustivo	Croton es un género de la familia Euphorbiaceae de distribución pantropical. Comprende 2053 especies descritas y de estas, solo 1195 aceptadas. Son árboles, arbustos o hierbas, con tricomas, al menos en parte, estrellados o lepidotos, sin látex; plantas monoicas o raramente dioicas. Hojas alternas o subopuestas debajo de las inflorescencias terminales, simples, a veces palmadamente lobadas, pinnatinervias o palmatinervias; pecioladas, muy frecuentemente estipuladas, frecuentemente glandulares. Flores en racimos o espigas terminales o axilares; flores estaminadas con sépalos mayormente, imbricados o valvados, pétalos o raramente ausentes, imbricados, disco entero o disecado, estambres mayormente, libres, filamentos inflexos en la yema, pistilodio ausente; flores pistiladas sésiles o pediceladas, sépalos mayormente imbricados o valvados, enteros o dentados, pétalos ó ausentes, disco generalmente entero o lobado, ovario-locular, óvulo por lóculo, estilos libres o casi así, bífidos o bipartidos a multífidos. Fruto capsular; semillas carunculadas. Como todas las euforbiáceas el croton contiene un látex blanco, muy venenoso, que rebosa cuando se corta una rama o una hoja. Este látex, de color blanquecino, es compuesto de agua, gránulos de almidón, alcaloides, enzimas, sustancias proteicas, resinas y gomas.
Familia: Cactaceae Nombre científico: Cylindropuntia imbricata (Haw.) F.M.Knuth Nombre común: Cardenche Estrato: Cactáceas	Cylindropuntia imbricata, también conocida como cardenche, entraña o cardón, es una especie perteneciente a la familia Cactaceae. Es nativa de Norteamérica en Nuevo México, México, Utah y Kansas. Cylindropuntia imbricata es muy común ya que fragmentos del tallo son dispersados fácilmente

Especie	Descripción
	por el ganado. Su área de distribución y la población es probable que aumenten con la ganadería. En el sur del desierto de Chihuahua, la especie se encuentra en densidades de 35 individuos por hectárea. Es un arbusto arbolado carnoso con tallo cilíndrico armado de espinos, que puede alcanzar 3 m de altura con una forma arbórea. Tiene segmentos ramificados largos y cilíndricos, con tubérculos muy prominentes y espinas blanco pardusco de unos 25 mm de longitud. De color verde y flores de color rosa o rojo.
Familia: Convolvulaceae Nombre científico: Dichondra argentea Humb. & Bonpl. ex Willd. Nombre común: Oreja de ratón plateado Estrato: Herbáceo	Esta pequeña trepadora es relativamente común en jardines y céspedes urbanos. Se ha registrado en Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (McDonald, 1993; Villaseñor y Espinosa, 1998). Se distribuye en zonas de pastizal, jardines y lugares perturbados, en lugares secos y asoleados (Rzedowski y Rzedowski, 2001), en pinar de zonas áridas y matorral (McDonald, 1993). Prospera en céspedes.
Familia: Poaceae Nombre científico: Eragrostis sp. Estrato: Herbáceo	Su país de origen es México, en maya se le conoce como bayal-suuk (Martínez, 1979). Es una planta anual, amacollada, erecta o algo ascendente, grisácea, su tamaño es de hasta de 60 cm (1.2 m) de alto. Su tallo es Erecto, liso, sin ramificaciones o ramificado en los nudos inferiores; entrenudos sin pelos, huecos o rellenos de un tejido esponjoso, las hojas son de vaina foliar con o sin pelos, a veces con depresiones glandulosas sobre las nervaduras y en los márgenes; lámina plana, generalmente sin pelos, pero con mechones de pelos en la garganta, hasta de 15 (35) cm de largo y 5 (10) mm de ancho. La espiguilla de 4 a 9 mm de largo, lanceolado-oblongas, grisáceas, con 4 a 10 (15) flores; glumas desiguales o subiguales, de (1) 1.5 a 2 mm de largo, ápice agudo, caedizas; lema de 1.7 a 2.3 mm de largo, nervaduras laterales conspicuas, pálea con tricomas marginales muy pequeños en sus quillas, a menudo persistente.

Especie	Descripción
	Los frutos y semillas son de cariopsis de contorno oblongo a ampliamente oblongo, de (0.7) 1.0 (1.3) mm de largo y (0.4) 0.6 (0.8) mm de ancho, truncado en ambos extremos, con un surco longitudinal ancho en la cara ventral, color café rojizo o café, superficie escalariforme; aunque Espinosa y Sarukhán (1997) mencionan que puede haber frutos dimórficos. Las plántulas son coleóptilo lanceolado, hialino, de 1 a 2.5 mm de largo, sin nervios aparentes; primera hoja con lígula formada de setas blanquecinas cortas, lámina oblonga, de 3.5 a 10 mm de largo y 0.7 a 1 mm de ancho, ápice romo, sin pelos; segunda hoja con lígula formada por setas muy aparentes, más grandes que las de la primera hoja, lámina linear-lanceolada de 9 a 16 mm de largo y 1 a 1.5 mm de ancho, ápice agudo, sin pelos.
Familia: Asteraceae Nombre científico: Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav. Nombre común: Estrellita Estrato: Arbustivo	Esta especie usualmente se ha encontrado bajo el nombre de G. urticaefolia o G. ciliata, y ha sido tratada como una subespecie, variedad o forma de G. parviflora (McVaugh, 1984). Es ampliamente distribuida en América, su origen exacto es desconocido, pero posiblemente en Mesoamérica. Es una planta anual, erecta o algo extendida, unicaule o multicaule, su tamaño es de hasta 80 cm de altura, el tallo anguloso, estriado, por lo común ramificado, hispido piloso y en ocasiones con pubescencia glandulosa adicional, sobre todo en las partes superiores, verdoso o rojizo. Sus hojas son opuestas, sobre peciolos de 0 a 20 cm de largo, lámina ovada o lanceolado-avada, pero a veces angostamente lanceolada, de 1.5 a 7 cm de largo, de 0.2 a 4 cm de ancho, ápice obtuso a acuminado, margen fina o toscamente aserrado o crenado-aserrado, base cuneada a redondeada, con pelos en ambas caras, trinervada.
Familia: Amaranthaceae Nombre científico: Guilleminea densa (Willd. ex Schult.) Moq. Nombre común: Rosa de castilla cimarrona Estrato: Herbáceo	Guilleminea es un género de plantas fanerógamas pertenecientes a la familia Amaranthaceae.1 Comprende 14 especies descritas y de estas, solo 8 aceptadas. Son hierbas perennes postradas, que forman esteras que crecen de raíces primarias. La especie más conocida es quizás Guilleminea densa, que está presente en casi todos los continentes y es, a menudo, una mala hierba. Las otras especies son nativas de las Américas.
Familia: Asteraceae	

Especie	Descripción
Nombre cientifico: Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less. Nombre común: Limpia tunas Estrato: Arbustivo	

8.5 Metodología de RUSLE para obtener la erosión

Como consecuencia del aumento de las actividades productivas, diversos recursos se han visto afectados, entre ellos, el suelo se ha visto perjudicado disminuyendo su capacidad productiva, condición derivada de la exposición del suelo a los agentes erosivos. La erosión puede definirse como un proceso de desprendimiento y arrastre acelerado de las partículas de suelo, o bien, como un proceso de movimientos de las partículas del suelo de un sitio a otro por medio de la acción de diferentes factores, principalmente del agua y el viento; la pérdida de cobertura vegetal en un suelo aumenta la rapidez con que un suelo se erosiona, otras actividades favorecen a la pérdida de suelo por erosión entre las más importantes se encuentran las actividades agrícolas.

Para obtener la erosión del Sistema Ambiental se empleó la ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE:

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

Donde:

E = Erosión (en toneladas por hectárea por año)

R = Erosividad de la lluvia

K = Erosionabilidad del suelo

LS = Longitud y grado de la pendiente

C = Cobertura de la vegetación

Esta ecuación estima la pérdida de suelo anual, como valor promedio de un periodo representativo de años, que se producen en una parcela o superficie de terreno por la erosión superficial, laminar y en regueros, ante determinadas condiciones de clima, suelo, relieve, vegetación y usos del suelo.

8.5.1 Factor R: Erosividad de la lluvia

Representa la capacidad potencial de las lluvias para generar erosión y está en función de las características físicas de las mismas, como intensidad, duración, velocidad y tamaño de gotas. En el caso de México, Cortés (1991) regionalizó las estaciones del país a fin de caracterizar áreas sujetas a condiciones similares de lluvia, obteniendo 14 regiones, de las que generó mediante un análisis de regresión, ecuaciones que permiten estimar el factor R en función de la lluvia para cada una de las regiones.

Tabla 8-3 Ecuaciones que permiten estimar el factor R

Ecuaciones	
p=precipitación promedio anual (mm)	
Región	Ecuación
1	$R= 1.20785p + 0.002276p^2$
2	$R= 3.45552p + 0.0064704 p^2$
3	$R= 3.67516p - 0.001720p^2$
4	$R= 2.89594p + 0.002983p^2$
5	$R= 3.48801p - 0.000188p^2$
6	$R= 6.68471p + 0.001680p^2$
7	$R= 0.03338p + 0.006661p^2$
8	$R= 1.99671p + 0.003270p^2$
9	$R= 7.04579p – 0.002096p^2$
10	$R= 6.89375p + 0.000442p^2$
11	$R= 3.77448p + 0.004540p^2$
12	$R= 2.46190p + 0.006067p^2$
13	$R= 10.74273p – 0.001008p^2$
14	$R= 1.50046p + 0.002640p^2$
Fuente: Cortés, 1991.	

El polígono solicitado se encuentra ubicado en la región 4, por lo que le corresponde la ecuación siguiente:

$$R= 2.89594p + 0.002983p^2$$

Por medio de la cual se obtiene el valor total de 2,399.06.

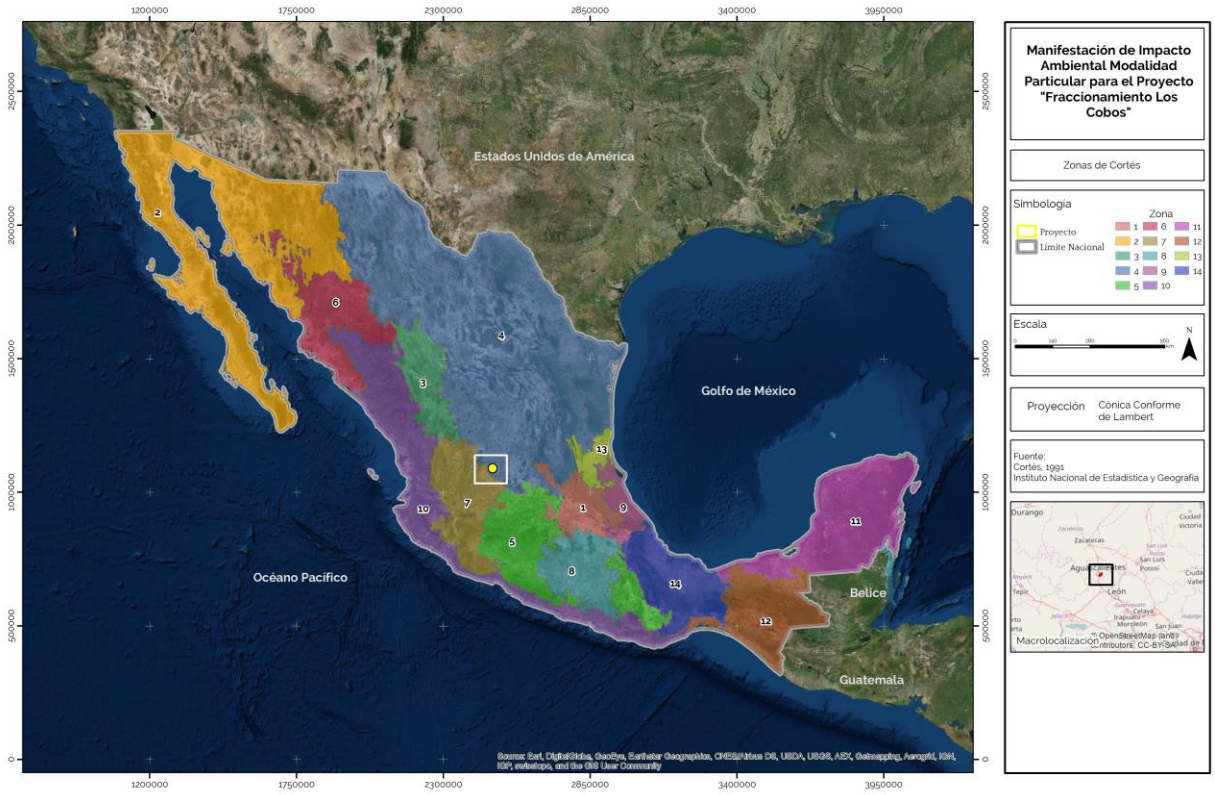


Imagen 8-4 Zonas de Cortés para el cálculo del factor R

8.5.2 Factor K

Es la susceptibilidad que presenta un suelo a ser erosionado. Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. De acuerdo a la FAO/UNESCO, este factor se calcula a partir de la textura superficial y a la unidad de suelo a la que pertenezca. Para el caso del Sistema Ambiental, el tipo de suelo que se encuentra es Phaeozem y Regosol, ambos con textura media.

Tabla 8-4 Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.04	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.02	0.007

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.02	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.04	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.04	0.013
B(c, d, e, k)	Cambisol crómico, dístrico, eutrico, cálcico	0.026	0.04	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.02	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.02	0.007
Bk	Cambisolm cálcico	0.026	0.04	0.013
B(v, x)	Cambisol vértico, xérico	0.053	0.079	0.026
C(h, k, l)	Chemozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.02	0.007
D(d, g, e)	Podzoluvisol (districo, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.02	0.007
F(a, h, p, o, r, x)	Ferrasol (áctico, húmico,plíntico, ócrico)	0.013	0.02	0.007
G	Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gc	Gleysol calárico	0.013	0.02	0.007
G(d, e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.04	0.013
G(h, m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.02	0.007
G(p, x)	Gleysol plíntico, gélico	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico	0.013	0.02	0.007
I	Litosol	0.013	0.02	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.04	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.02	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.079	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.079	0.013

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.02	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.02	0.026
K(h, k, l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.04	0.013
L	Luvisol	0.026	0.04	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.04	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.02	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.04	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.04	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M(a, g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.04	0.013
N(d, e, h)	Nitosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
O(d, e, x)	Histosol (dístrico, eútrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmido	0.026	0.04	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a, c, f, l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.02	0.007
R	Regosol	0.026	0.04	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.04	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.02	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.04	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026

Unidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.04	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.04	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.02	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.02	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.04	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.04	0.013
U	Ranker	0.013	0.02	0.007
V (c, p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol Húmico	0.026	0.04	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.04	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X (k, h, l, g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h, k, l, g, t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico, takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.04	0.013
Zg	Solonchal gléyico	0.026	0.04	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.02	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.04	0.013
Zt	Solonchal takírico	0.053	0.079	0.026

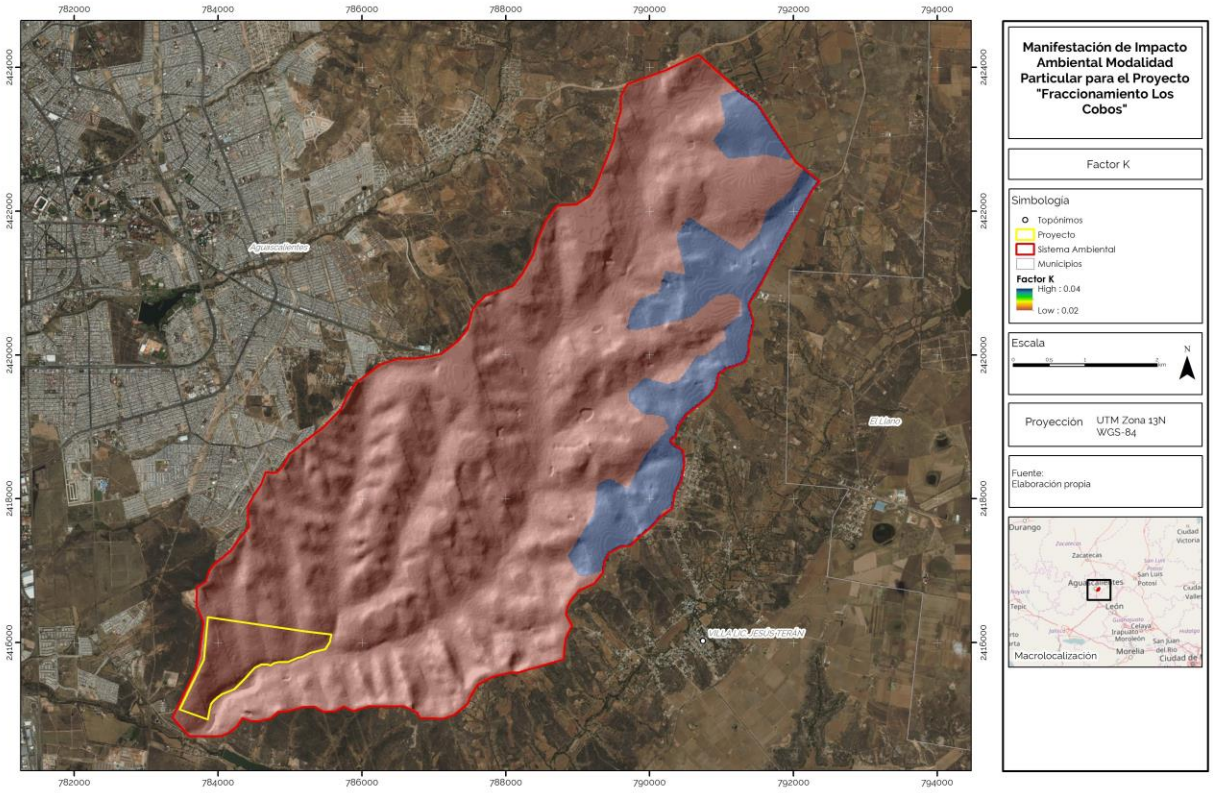


Imagen 8-5 Factor K para el Sistema Ambiental

8.5.3 Factor LS: Longitud e inclinación de la pendiente

Expresa el grado de influencia del relieve sobre la pérdida de suelo, representando el efecto de la longitud y grado de la pendiente.

El modelo RUSLE3D es una ecuación empírica diseñada para el cálculo de la pérdida promedio de suelo en campos agrícolas. Bajo entorno SIG, fueron varias las modificaciones aplicadas a esta ecuación. El modelo RUSLE se basa en los mismos principios que USLE, sin embargo, incluye numerosas mejoras, tales como la incorporación de la influencia de la concavidad/convexidad usando la segmentación de pendientes irregulares, y la mejora en las ecuaciones empíricas para el cálculo del factor LS (Renard *et al.,* 1991).

Las ecuaciones para el cálculo del factor LS según RUSLE son (Renard *et al.,* 1997):

$$LS = \left(\frac{L}{22.13}\right)^{m} \quad \text{(Ec. 1)}$$

S = 10,8senϑ + 0,03; para p < 9% S = 16,8senϑ − 0,05; para p > 9%

Donde:

L: Subfactor longitud del terreno (adimensional)

S: Subfactor pendiente del terreno (adimensional)

Λ: Longitud del terreno (m)

m: Exponente variable según relación erosión en regueros a erosión en interregueros

θ: Ángulo de inclinación de pendiente

p: Pendiente del terreno (%)

El modelo RUSLE3D plantea un cambio conceptual en cuanto a la estimación del factor LS. Para incorporar el impacto de la convergencia del flujo, el factor de longitud de pendiente, λ (Ecuación 1), fue remplazado por el área de contribución aguas arriba, *A* (Moore y Burch, 1986; Mitasova *et al.,* 1996; Desmet y Govers, 1996).

El término *A*, puede caracterizar el efecto de convergencia y divergencia del terreno sobre la erosión del suelo, a diferencia del conocido término, λ, (longitud de pendiente en m) en USLE y RUSLE, que sólo es aplicable a una superficie en 2D, es decir, sin considerar la convergencia y divergencia de las laderas (Moore y Wilson, 1992). Mitasova *et al.* (1996), basándose en los estudios de Desmet y Goovers (1996), derivó una ecuación de forma continua para calcular el factor LS en un punto r = (x,y) sobre una pendiente:

$$\mathrm{LS(r)} = (\mathrm{m}+1)\left(\frac{\mathrm{Ae(r)}}{22.13}\right)^{\mathrm{m}}\left(\frac{\mathrm{senb(r)}}{\mathrm{sen}5.143°}\right)^{\mathrm{n}} \qquad \text{(Ec. 2)}$$

Donde, *Ae*, es el área específica obtenida a partir de la relación entre el área de contribución aguas arriba *A*, y la unidad de ancho de contorno o curva de nivel; *b*, es el ángulo de la pendiente en grados y, *m* y *n*, son parámetros variables. Los valores típicos para el parámetro m contemplan un intervalo entre 0,4 a 0,6; mientras que para n entre 1,0 a 1,4. Valores bajos de estos parámetros serían susceptibles de utilizarse en zonas en que el flujo fuera de tipo laminar, con buena cobertura vegetal, y con poca probabilidad de escorrentía concentrada en regueros o surcos. Los valores más

altos se emplean en zonas con flujo turbulento, con facilidad de aparición de pequeñas cárcavas y regueros.

El insumo para generar las variables *Ae* y *b* fue el Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) del INEGI. El resultado de este proceso derivó en dos archivos tipo ráster (imagen cuyos pixeles ordenados en filas y columnas contienen información de las variables) que se operaron en la Ecuación 2 (para el presente estudio se asignó al parámetro *m* el valor de 0.4 y para el parámetro *n* 1.0 por las condiciones del terreno), generando así el factor LS que se muestra enseguida:

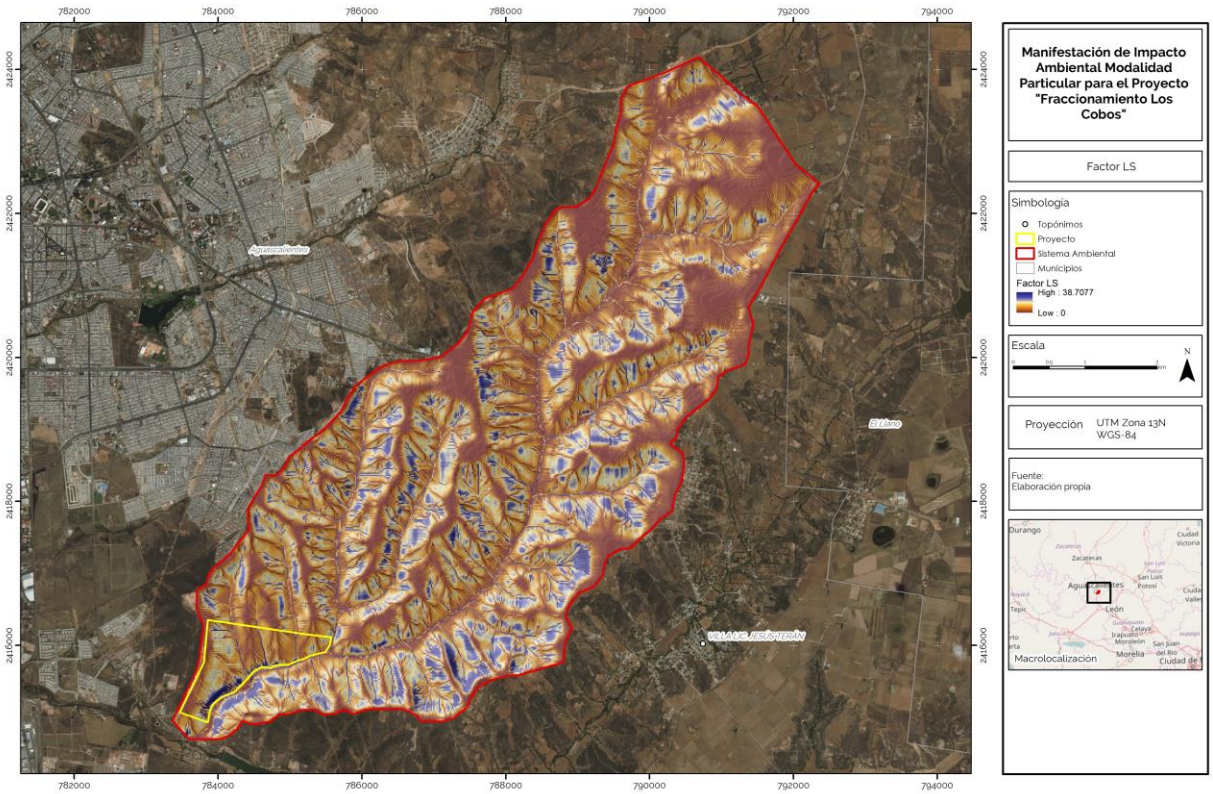


Imagen 8-6 Factor LS: Longitud y grado de pendiente.

8.5.4 Factor C: Manejo y cobertura del suelo

El manejo y la cobertura del suelo representan el grado de protección ejercida por la vegetación, ya sea natural o inducida, en el proceso de erosión. Depende de la combinación entre la cobertura, secuencia de cultivos, prácticas de manejo del lugar y del estado de crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal en el momento en que actúa el agente erosivo.

De acuerdo con la clasificación supervisada para identifica las coberturas presentes en el SA, los usos de suelo son: agricultura, asentamientos humanos, matorral crassicaule. Para obtener el factor C para cada tipo se empleó el documento Marchamalo, 2007. Cuantificar el potencial de conservación de suelo y agua basado en un análisis territorial de la cuenca. Estudio del caso de la cuenca del río Birrís. Primer Informe. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.174pp.

Finalmente, para los usos se obtuvieron los valores de C:

Tabla 8-5 Valores para el Factor C

Uso	Factor C
Agricultura	0.4
Asentamiento humanos	0.015
Matorral crassicaule	0.012

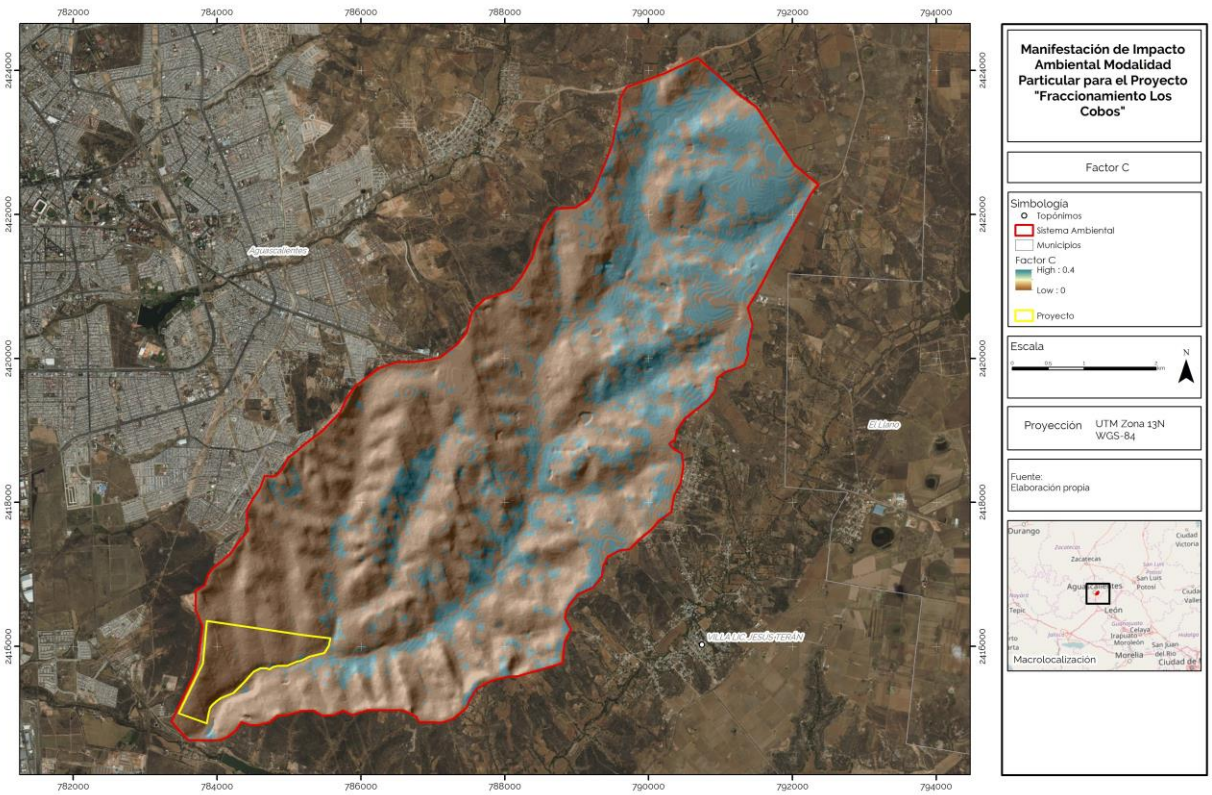


Imagen 8-7 Factor C: Cobertura Vegetal.

Finalmente, al operar los variables, previamente calculadas, se obtuvo pérdida de suelo anual de:

Erosión en SA = 36780.90 toneladas anuales

En la siguiente figura, se muestra la distribución espacial de la perdida de suelo por erosión hídrica en el Sistema Ambiental.

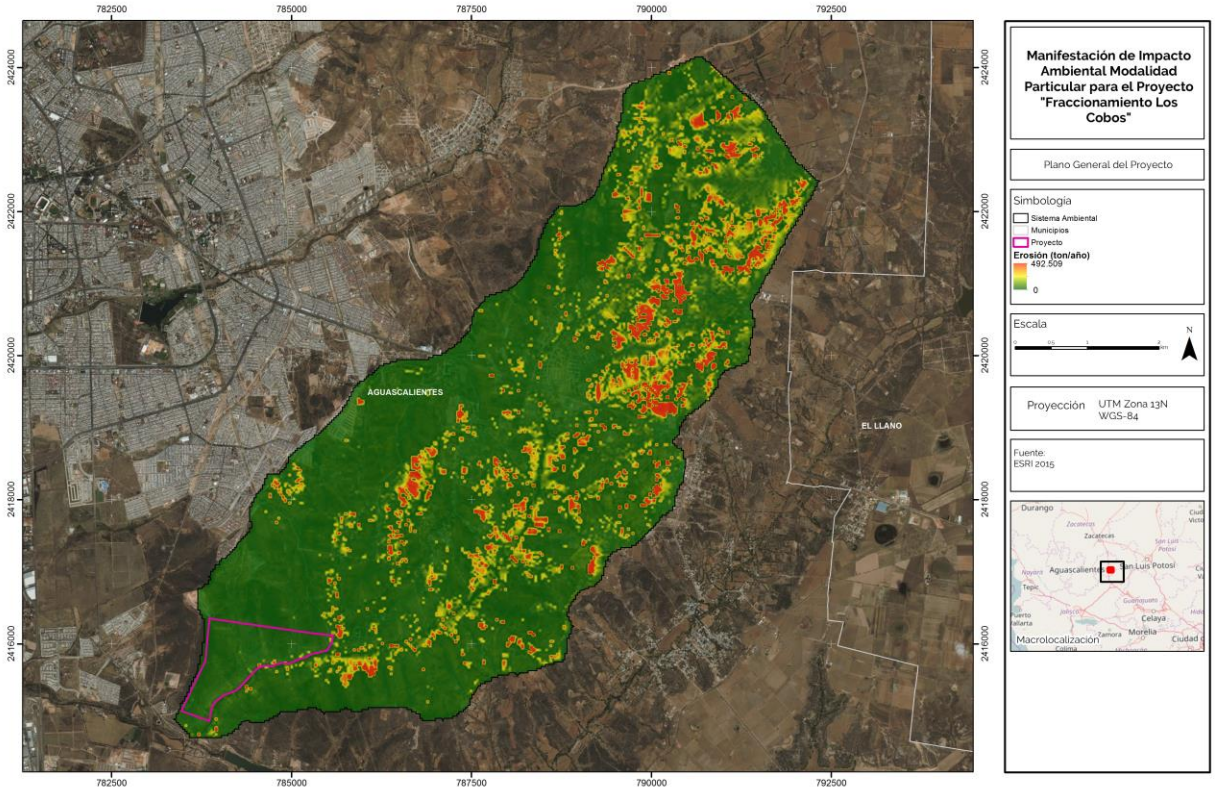


Imagen 8-8 Erosión Hídrica en el SA

8.6 Captación de agua

Actualmente existen factores que ven afectado el recurso hídrico en su disponibilidad (cantidad y calidad), como lo son la sobreexplotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua o el incremento de urbanización en zonas de producción hídrica entre otros.

El concepto de balance hídrico, o ecuación de continuidad, 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.

La fórmula general que se utiliza en el Balance Hidrológico es la siguiente:

Captación – Evapotranspiración = Escorrentía superficial + Infiltración

Es con base en lo anterior que se empleará el método RAS para la elaboración de un mapa de recarga de agua subterránea, que servirá como variable en la ecuación de continuidad para calcular el balance hídrico en el SA.

8.6.1 Balance climático

Un valor intermedio producto del cálculo de la ecuación general de balance hidrológico es el balance climático, que permite obtener información de la cantidad de agua que está disponible en la cuenca, y se encuentra definido por la siguiente fórmula:

$$BC = P - E\,T\,real$$

Para tener un panorama dentro del SA, se tomó información contenida en las Normales Climatológicas de la CONAGUA acerca de la precipitación que registran las tres estaciones meteorológicas más cercanas al mismo. Los datos que se tomaron para establecer la precipitación promedio son los que abarcan el periodo 1951-2010, donde se confirmó la temporalidad de su régimen de lluvias en verano, con los valores máximos en los meses de julio y agosto.

Con la información obtenida, se estimó la precipitación media para la superficie del SA de 534.33 mm de agua al año (http://smn.conagua.gob.mx); tal precipitación determina a su vez el tipo de vegetación que se distribuye en la región, en conjunto con otros factores como la temperatura, el tipo de suelo y el fotoperiodo.

Tabla 8-6 Información contenida en las Normales Climatológicas de la CONAGUA

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1097 Aguascalientes	10.1	16.9	4.3	10.6	19.1	99	120.8	116.1	92	30	7.5	3.7	530.1
1062 Arellano	17.4	11.5	2.5	7.3	28.3	85.8	141.3	126.5	77.2	33.4	7.2	12.3	550.7
1096 Calvillo	16.2	9.4	2.8	7.2	19.6	89.4	118.6	116.4	90.5	36.5	6.8	8.8	522.2

Para la evapotranspiración se estimó mediante la fórmula de Coutagne (Campos, 1996), mediante la utilización del siguiente modelo:

$$ETR = P - xP^2$$

Donde:

P = Precipitación en metros anuales

$X = \frac{1}{(0.8+0.14\,t)}$

t = Temperatura media anual en grados centígrados

Sustituyendo el valor de temperatura de 16.9, la cual fue obtenida del promedio de las tres estaciones meteorológicas más cercanas al SA, y la precipitación antes mencionada, se obtiene un valor de 444.2 mm/año.

Lo anterior arroja un valor constante de BC de:

$$BC = P - E\,T\,real$$

Para:

P = **534.33 mm/año**

E T real = **444.2 mm/año**

$$BC = 534.33\ - 444.2\ \ \therefore\ \boldsymbol{BC = 90.13\ mm/año}$$

8.6.2 Recarga acuífera

La recarga acuífera, que representa directamente la cantidad de agua que se infiltra en el subsuelo después de la precipitación permite conocer la capacidad de los mantos freáticos de recargarse y con eso, mantener el balance hidrológico superficial—subterráneo de una cuenca hidrográfica. La recarga acuífera se encuentra definida por:

$$R = BC * C$$

Donde:

BC = 90.13 mm/año

C = Coeficiente de infiltración

C = kfc + kp + kv

Dónde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo
Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

A continuación, se describen las variables empleadas y los coeficientes asignados a cada una

KFC Coeficiente del tipo de suelo

Este coeficiente se refiere a la capacidad de un suelo de permitir la infiltración del agua (permeabilidad), por ejemplo, las rocas impermeables o suelos arcillosos impiden el paso del agua a los mantos freáticos al contrario de los suelos arenosos no compactados. En la siguiente figura se observa el resultado obtenido:

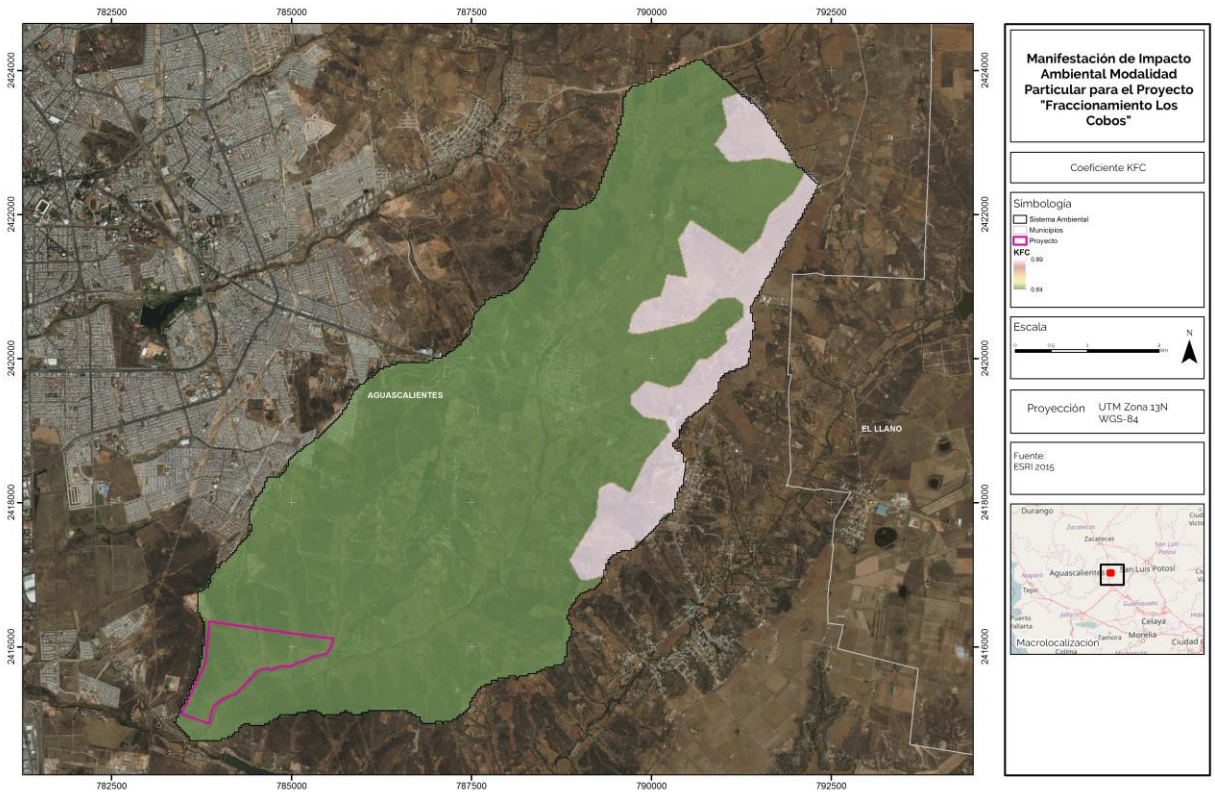


Imagen 8-9 Coeficiente KFC

KP Coeficiente de pendiente

Se relaciona directamente con las escorrentías y la geomorfología de la microcuenca, entre mayor sea el grado de la pendiente, es más probable que el agua escurra, mientras que, en zonas con pendiente menor es más factible que exista infiltración ya que no hay escurrimiento. De acuerdo con lo anterior, se utilizó el CEM 3.0 publicado por el INEGI para calcular la pendiente del terreno,

y posteriormente se reclasificó el mapa de pendientes de acuerdo con el método (Losilla Schosinsky, 2000), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8-7 Coeficientes KP

Rangos (%)	Valor
0-1	0.3
1-7,5	0.2
7,5-15	0.15
15-45	0.1
>45	0.06

KV Coeficiente de uso de suelo

Este coeficiente relaciona la capacidad de infiltración en función de la cobertura vegetal del terreno, siendo mayor la probabilidad de que se infiltre el agua cuando existe vegetación, ya que esta actúa como una barrera que retiene el agua, dando paso a la infiltración hacia el subsuelo.

Una vez que se obtuvieron las variables, se calculó el coeficiente de infiltración, el cual se muestra en la siguiente figura:

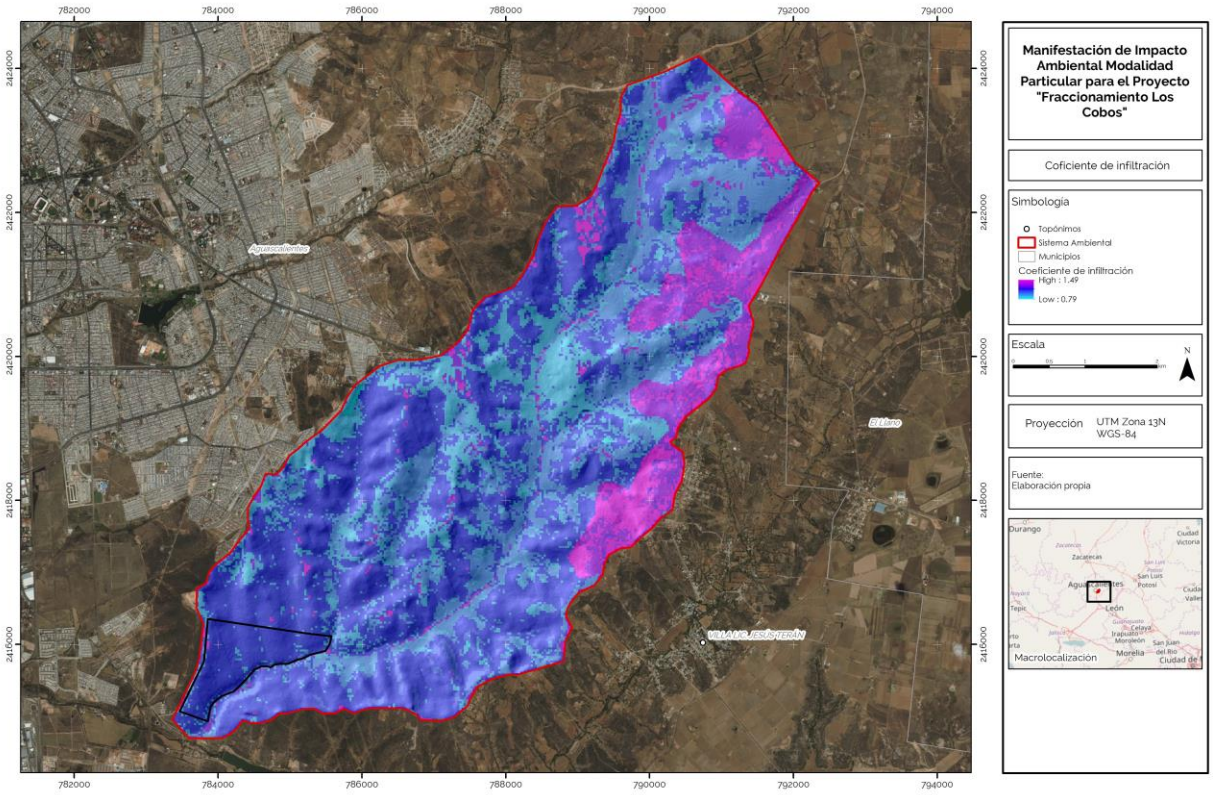


Imagen 8-10 Coeficiente de Infiltración en el SA

Enseguida, la recarga acuífera se estimó por medio de:

$$R = BC * C$$

El resultado obtenido se observa en la siguiente figura:

Infiltración en SA = 3299026.64 m^3 anuales

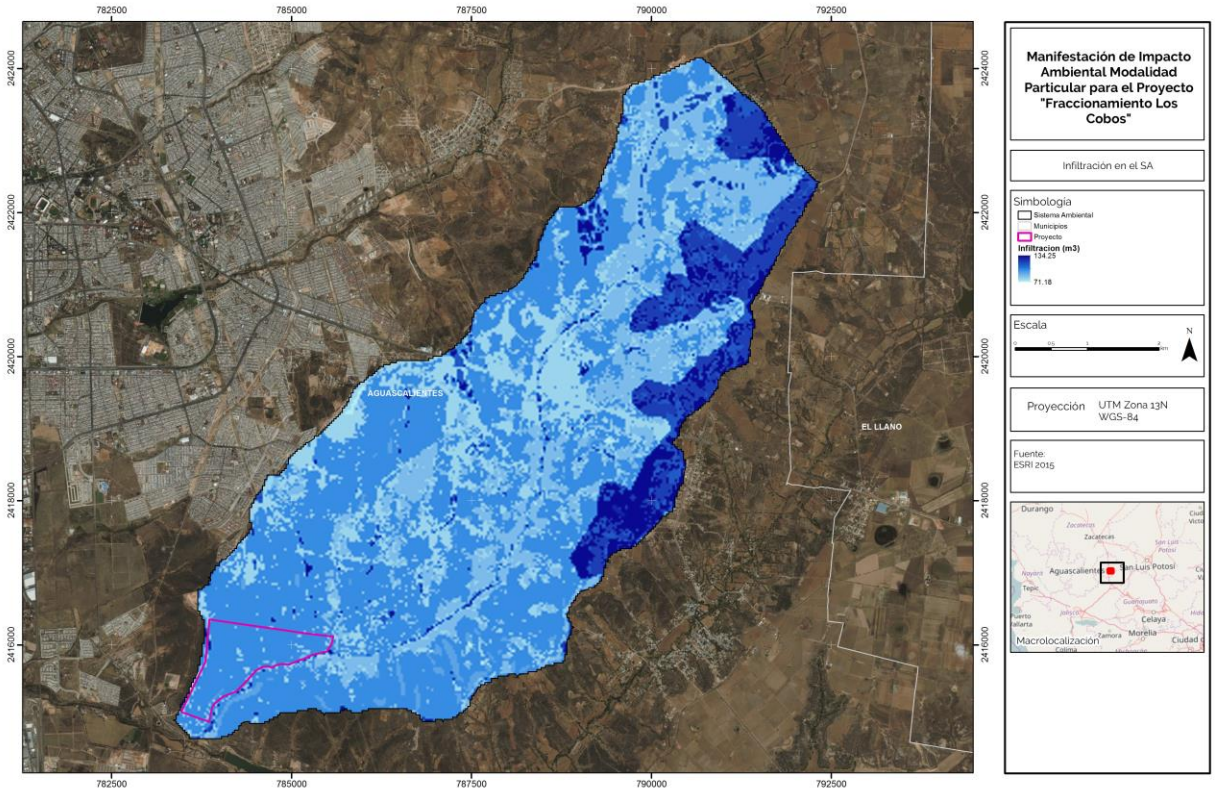


Imagen 8-11 Infiltración en el SA

8.7 Interpretación particular a través de un vuelo fotogramétrico

8.7.1 Marco Teórico

El principal objetivo de la fotogrametría es procesar imágenes para crear modelos tridimensionales texturizados y nubes de puntos con muy poca o nula distorsión geométrica; así como una correcta referencia geográfica. Los pasos requeridos para un correcto proceso fotogramétrico son:

- Adquisición de fotografías.
- Alineación o aerotriangulación de fotografías.

- Generación de nubes superdensas de puntos.
- Incorporación de resultados en SIG.

En general la teoría en la que se fundamenta la fotogrametría moderna se denomina como: "Reconstrucción tridimensional de objetos".

De manera general, existen dos métodos para la generación de modelos tridimensionales y se denominan como métodos "Activos" y "Pasivos". En los métodos activos, las fuentes de luz son controladas especialmente como parte de la estrategia de generación tridimensional; mientras que en las técnicas pasivas la luz no es controlada con respecto a la imagen, por lo que se debe de trabajar con la luz ambiental.

En campo, es muy complicado realizar una iluminación artificial, sin bien no imposible, considerando que las extensiones de terreno que se sobrevuelan, generalmente sobrepasan los cientos de hectáreas; por lo que la extracción de modelos digitales del terreno resulta mucho más demandante y un reto para los algoritmos modernos de modelación.

Una segunda diferencia entre los métodos de adquisición y generación de modelos tridimensionales, es la técnica para la adquisición de las fotografías que conformarán el modelo tridimensional. Dividiéndose principalmente en toma estática en dos ángulos y dinámica a través de una gran serie de imágenes. Para efectos del presente trabajo; se empleó el método pasivo-dinámico para la generación del modelo tridimensional.

Objetivo del vuelo fotogramétrico

El objetivo general del presente estudio es la obtención de ortofotos georreferidas de las poligonales donde se pretende construir el Fraccionamiento Los COBOS; así como archivos vectoriales de la caracterización de flora existente en el sitio.

i. Objetivos particulares

E. Realizar un sobrevuelo fotogramétrico para obtener imágenes tridimensionales de la vegetación en la que se ubican las poligonales del proyecto, así como las áreas aledañas.
F. Generar Ortofotos multiespectrales georreferidas que sirvan como herramienta para realizar la caracterización ambiental en software SIG.

G. Generar nubes de puntos superdensas del vuelo fotogramétrico y exportarlas en formato LAS para la determinación de alturas de la vegetación.
H. Realizar un diagnóstico forestal detallado empleando multirrotores (RPAS) con sensores multiespectrales para la caracterización y delimitación geoespacial de las asociaciones vegetales existentes en los polígonos seleccionados para la construcción del proyecto y de sus alrededores.

Adquisición de imágenes

Para la captura de las imágenes se utilizó un multirrotor DJI Phantom 4 con cámara RGB de 12 MP con ángulo recto y toma de video en calidad 4K. Ambos equipos se complementan con una estación en tierra compuesta por un receptor de 2.4 Ghz y un equipo de cómputo programado con las rutas de vuelo.

Imagen 8-12 Dron DJI Phantom 4

8.7.2 Sensores empleados

Cámara RGB

Imagen 12 Megapixeles

Lente de 60°, distancia f/2.8 y distorsión ultra baja (-0.85%).

NO GRAN ÁNGULAR.

Tamaño de pixel en crudo: 1.70 cm a 30 m.

Exposición: +2.0 / +1.67 / +1.33 / +1.0 / +0.67 / +0.33 / +0.0* /

-0.33 / -0.67 / -1.0 / -1.33 / -1.67 / -2.0

Imagen 8-13 Ejemplo de imagen RGB capturada con el DRON

8.7.3 Multicóptero como plataforma aérea

Un multicóptero es un vehículo aéreo mecánicamente simple que acelera y desacelera a través del incremento y decremento de la velocidad en sus aspas.

Los multicópteros o Drones son inestables aerodinámicamente hablando y requieren forzosamente de una computadora interna que permita un vuelo estable. Como resultado de lo anterior, los Drones vuelan “por instrumentos”.

Los instrumentos que se encuentran montados dentro de estos Drones son giroscopios, acelerómetros y GPS.

El vuelo horizontal, vertical, giro, elevación y descenso se encuentran controlados por la velocidad y dirección de giro en sus aspas que giran en sentido contrario de las cuatro adyacentes.

En materia estricta, un multicóptero se convierte en un dron cuando es capaz de volar de manera autónoma; lo que se logra al combinar la información del acelerómetro y el giroscopio con datos del barómetro y GPS, de manera que el controlador determine la distancia y ubicación del mismo.

8.7.4 Aerotriangulación pasiva

La aerotriangulación se emplea para extraer información sobre la profundidad de los objetos levantados. Asimismo, es un punto clave en la determinación de la estructura de la escena que se planea modelar.

El principio detrás de los métodos estereoscópicos para la reconstrucción tridimensional es simple: Al existir dos proyecciones de un mismo punto en dos imágenes capturados a distancias y ángulos distintos, la posición tridimensional del punto se determina como la intersección de dos rayos proyectados desde las imágenes en mismo ángulo de incidencia.

Al repetir el proceso un mayor número de veces es que se genera la estructura y se estima la composición de la escena. Esta construcción se denomina triangulación y requiere conocer la ubicación y orientación de las cámaras (fotografías). Se puede interpretar que la parte más complicada de la etapa, es determinar la ubicación y correlación de los puntos y objetos entre fotos distintas.

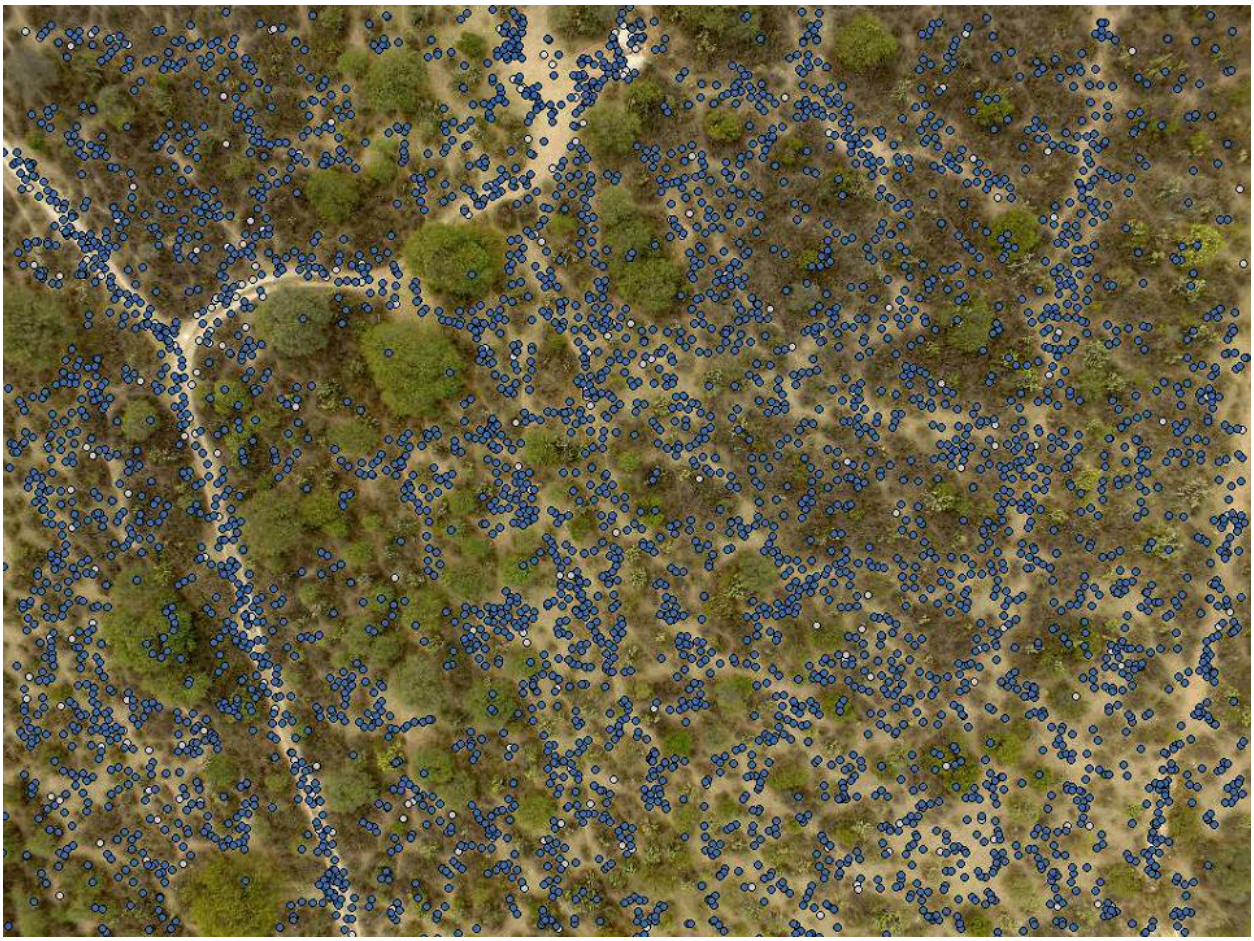


Imagen 8-14 Ejemplo de imagen RGB capturada con el DRON

8.7.5 Formación de imágenes digitales

Para traducir la imagen formada en una cámara digital o analógica en fórmulas matemáticas, es necesario incluir un sistema de referencia cartesiano en tercera dimensión que contenga la escena.

Para efecto de definir el sistema de referencia, se emplea un marco de referencia ortonormal cuyo origen se localiza al centro de la proyección. El eje Z se encuentra representado por el eje principal de la cámara y el plano XY es aquel que atraviesa el centro de la proyección y se encuentra paralelo al plano de la imagen. Lo anterior se expresa por la ecuación Z = f, donde f corresponde a la distancia focal de la cámara. Asimismo, el eje principal interseca al plano de la imagen en el punto principal P.

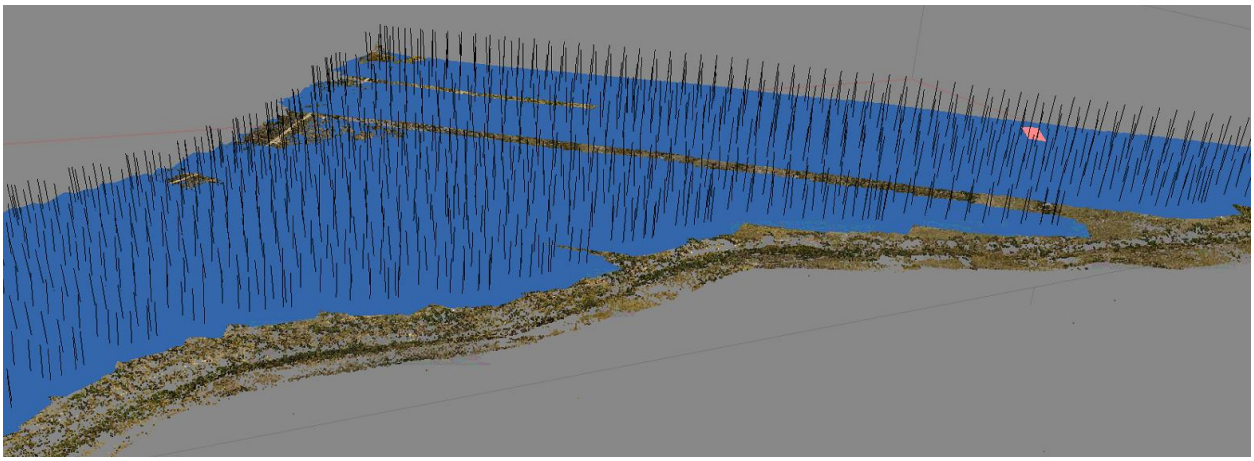


Imagen 8-15 Sistema Cartesiano que representa la aerotriangulación

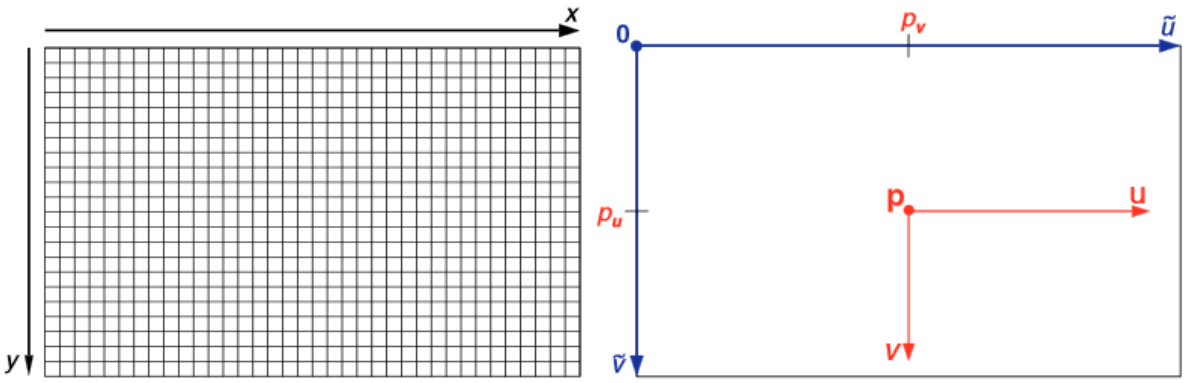
El plano XY genera a su vez un vector ortonormal denominado uv sobre el plano de la imagen. Por lo que un punto cualquiera "m" es el punto donde intersecta una línea que se extiende desde el centro de la cámara hasta el punto que representa en la imagen atravesando el plano XY. El punto de intersección entre la relación mencionada satisface la relación pZ = f, o su equivalente, p = f/Z (donde p corresponde a las coordenadas arbitrarias sobre el plano de la imagen p(X,Y,Z)). Por lo tanto, las coordenadas reales (u, v, f) de los elementos del terreno representados en la imagen tendrán la forma.

$$u = f\frac{X}{Z} \quad \text{and} \quad v = f\frac{Y}{Z}$$

8.7.6 Resolución espacial y pixeles

Las imágenes proyectadas en un plano no pueden ser detectadas o representadas con precisión infinita. Una imagen consiste en celdas que capturan fotones; estos datos se representan en computadoras a través de pixeles. Los pixeles se encuentran ordenados por celdas o matrices ordenadas en columnas y filas; que se denominan como coordenadas de pixel representadas en coordenadas (x,y).

Al tratarse de un sistema de referencia de mano derecha; el eje Z se ubica, del plano de referencia generado en la cámara; hacia la imagen que se pretende capturar. Por lo tanto, la coordenada Z corresponde a la profundidad que existe entre la cámara y el objeto capturado.



Para obtener las coordenadas o el tamaño de pixel con relación al terreno (resolución espacial); se tienen que dividir el número de filas y columnas representadas (u,v), entre el número de filas y columnas (píxeles). Con este fundamento se obtienen las ecuaciones para obtener las coordenadas (x,y) de la imagen proyectada M de una escena de acuerdo a las fórmulas:

$$x = m_u \left(f \frac{X}{Z} + p_u \right) \quad \text{and} \quad y = m_v \left(f \frac{Y}{Z} + p_v \right)$$

8.7.7 Alineación de cámaras cuando existen múltiples imágenes

Cuando existen diversas cámaras, la posición y orientación de las cámaras (fotos) en la escena se describen como un punto C, indicando el centro de la proyección y una matriz 3x3 de rotación señalando la orientación y el centro de referencia para cada una de las cámaras con respecto a un sistema de referencia absoluto.

Las coordenadas de una escena con respecto al centro de referencia se conocen al reproyectar la posición relativa del vector ortogonal M –C con sus ejes absolutos del marco de referencia absoluto (Global). Para conocer la ubicación de los puntos se obtiene la siguiente fórmula general:

$$\rho \mathtt{m} = \left(\mathbf{K}\mathbf{R}^T \mid -\mathbf{K}\mathbf{R}^T \mathtt{C} \right) \begin{pmatrix} \mathtt{M} \\ 1 \end{pmatrix}$$

8.7.8 Ajuste de deformaciones en la imagen (corrección de lente gran angular)

Las ecuaciones y fórmulas mostradas anteriormente aplican en imágenes y fotografías en un sentido lineal, de modo que el punto generado en el plano X,Y; el terreno y el punto principal de

la cámara son colineales. Sin embargo, las cámaras en general y en especial aquellas con lente gran angular experimentan deformaciones que no son lineales. Estas deformaciones se conocen como aberración de lente y deben ser procesados previo a la aplicación de procesos fotogramétricos.

La distorsión radial de la cámara es un efecto no lineal que es típicamente modelado empleando la expansión de Taylor. Este efecto, es simétrico alrededor del centro y sucede en el lente de la cámara; por lo que los parámetros de la corrección deben de poseer valores tanto en el foco de la cámara como en el lente. De manera resumida, la ecuación que permite corregir la aberración de lente se presenta a continuación:

$$\mathtt{m_d} = \begin{pmatrix} m_{dx} \\ m_{dy} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1 + \kappa_1 r^2 + \kappa_2 r^4 + \kappa_3 r^6 + \ldots) m_{ux} \\ (1 + \kappa_1 r^2 + \kappa_2 r^4 + \kappa_3 r^6 + \ldots) m_{uy} \\ 1 \end{pmatrix}$$

8.7.9 Reconstrucción tridimensional

Considerando que existe un set estereoscópico calibrado, en el que no se conoce la distancia entre la cámara y los objetos capturados; se emplea como fundamento la orientación relativa de las cámaras y su dirección. Los resultados del proceso (que constituyen matrices de calibración K1 y K2) son variables conocidas, por lo que se puede aplicar la ecuación Euclidiana de reconstrucción.

$$\rho_1 \mathtt{m}_1 = \mathbf{K}_1 \mathtt{M}' \quad \text{and} \quad \rho_2 \mathtt{m}_2 = \mathbf{K}_2 \mathbf{R}_2^T \mathbf{R}_1 \mathtt{M}' + \mathbf{K}_2 \mathbf{R}_2^T (\mathtt{C}_1 - \mathtt{C}_2)$$

En la ecuación anterior, la porción (C1 – C2) solo puede ser determinado bajo un sistema de escala, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\rho_{e2} \mathtt{e}_2 = \mathbf{K}_2 \mathbf{R}_2^T (\mathtt{C}_1 - \mathtt{C}_2).$$

El generar suficientes valores o coordenadas, permite establecer un sistema de ecuaciones que deriva en la posibilidad de construir el modelo tridimensional correspondiente.

Existe un sinfín de casos particulares y nuevas ecuaciones que permiten realizar modelos tridimensionales y obtención de la configuración del terreno. Sin embargo, los productos aquí presentados y generados por el estudio se fundamentan en las ecuaciones anteriores.

Imagen 8-16 Imagen RGB del área

8.7.10 Tratamiento de datos en un Sistema de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica permiten visualizar, crear, manipular y operar datos geográficos presentando una serie de posibilidades para el análisis con la finalidad de obtener un sustento válido para la correcta gestión y uso de los recursos naturales.

Los datos recolectados en campo fueron tratados en SIG para la obtención del índice diferencial de vegetación normalizado -NDVI- y generación de compuestos de bandas espectrales para resaltar los tipos de coberturas presentes en la zona de estudio. Gracias a este análisis fue posible generar archivos vectoriales de los tipos de vegetación existente con gran detalle.

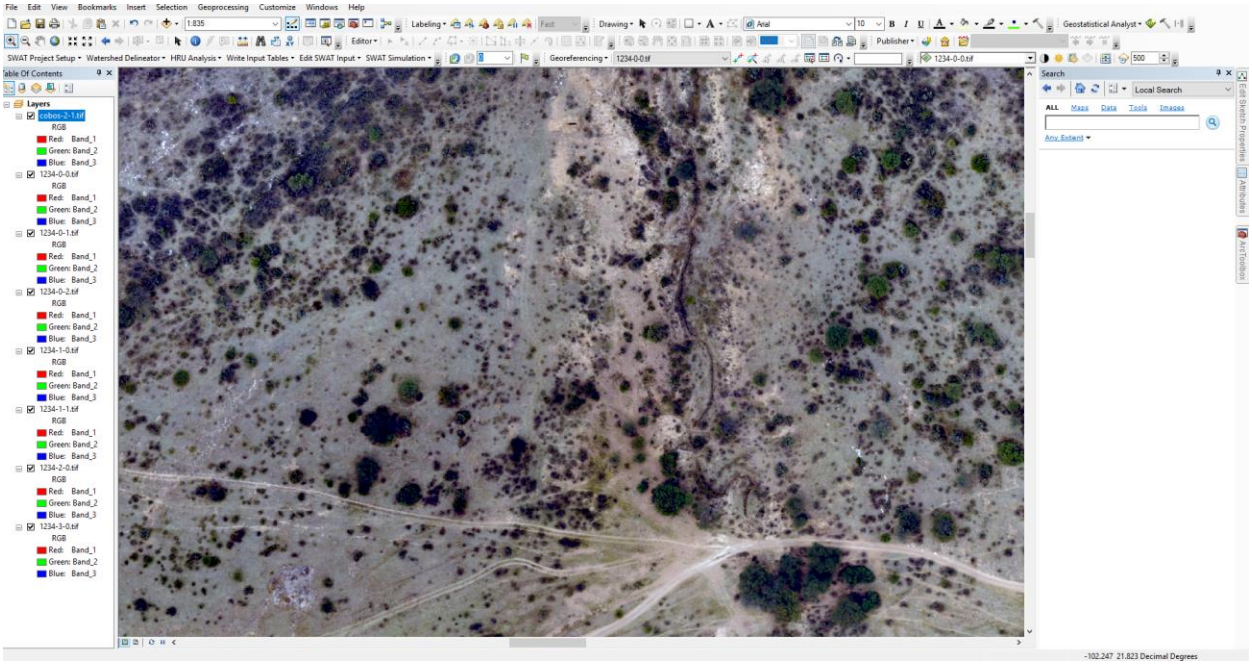


Imagen 8-17 Procesamiento de ortofotos en ArcGIS

8.7.11 Metodología

Fase 1 – Planificación de campaña y adquisición de fotografías de campo

Para garantizar la cobertura total del área solicitada a sobrevolar se realizó una ampliación a los polígonos, quedando de la siguiente manera.

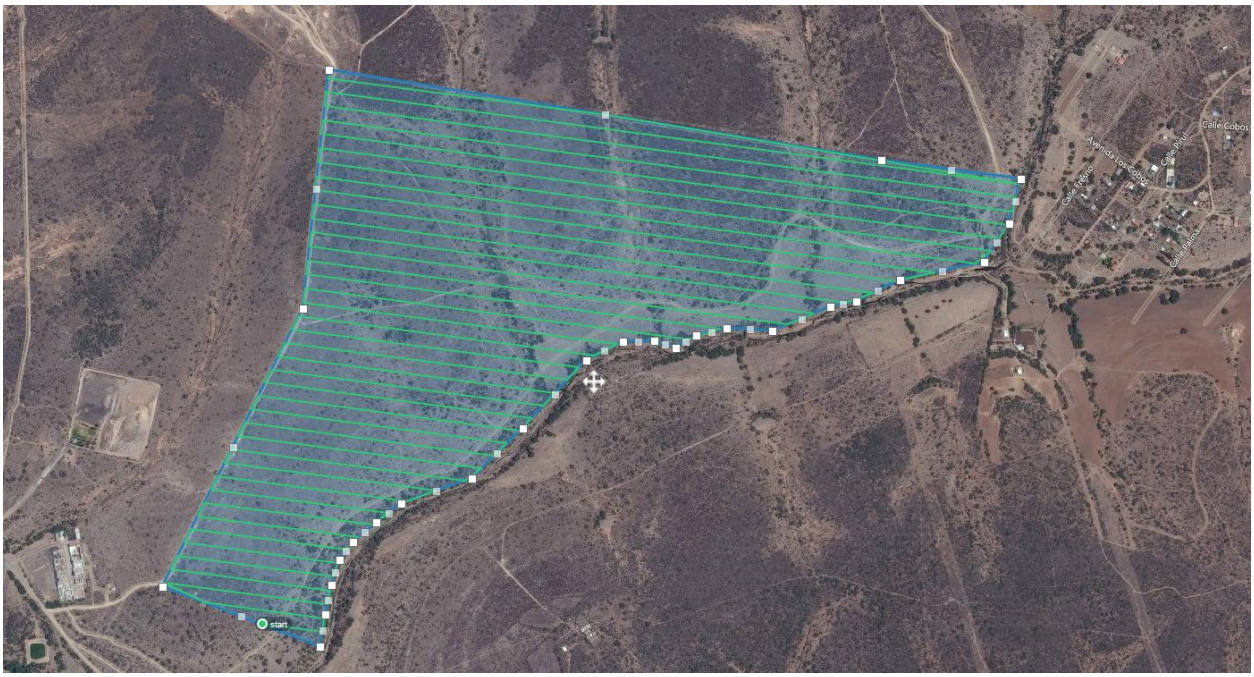


Imagen 8-18 Programación de líneas de vuelo en dronedeploy

Captura de fotografías aéreas

Se realizaron catorce sobrevuelos con los multirrotores descritos en el punto 6.a, obteniendo fotografías a Nadir de acuerdo con la siguiente tabla:

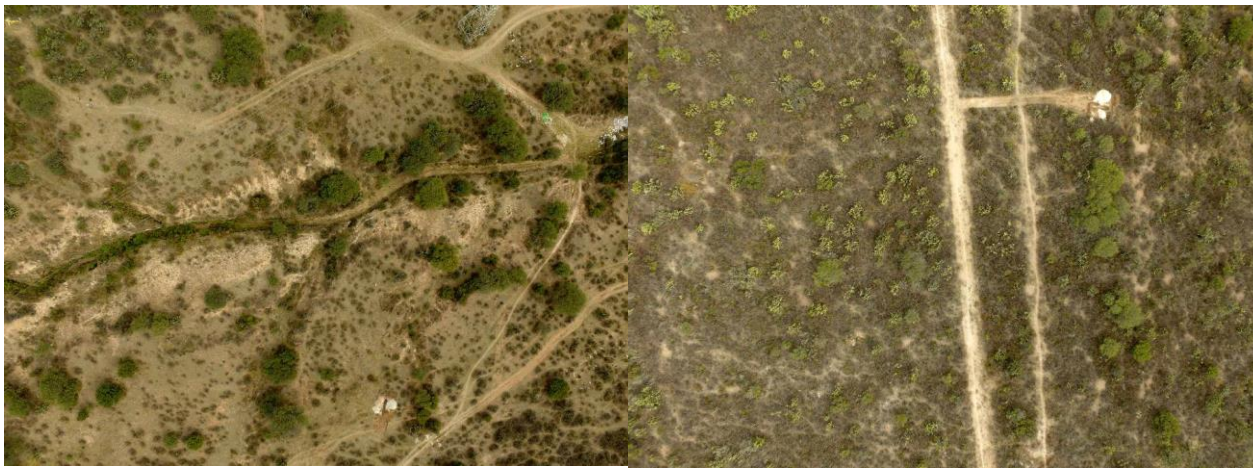


Imagen 8-19 Fotografías a nadir

Fase 2 – Alineación o aerotriangulación

Se determinó la posición y orientación de la cámara de acuerdo con las ecuaciones mostradas anteriormente. El resultado es una nube de puntos X,Y,Z que incluye los puntos de liga entre las fotografías.

Puntos liga por proyecto

A continuación, se presenta una tabla con el número de puntos encontrados entre las fotografías de cada zona sobrevolada. Estos puntos tienen correspondencia con una o más fotografías y forman la nube dispersa o aerotriangulación.

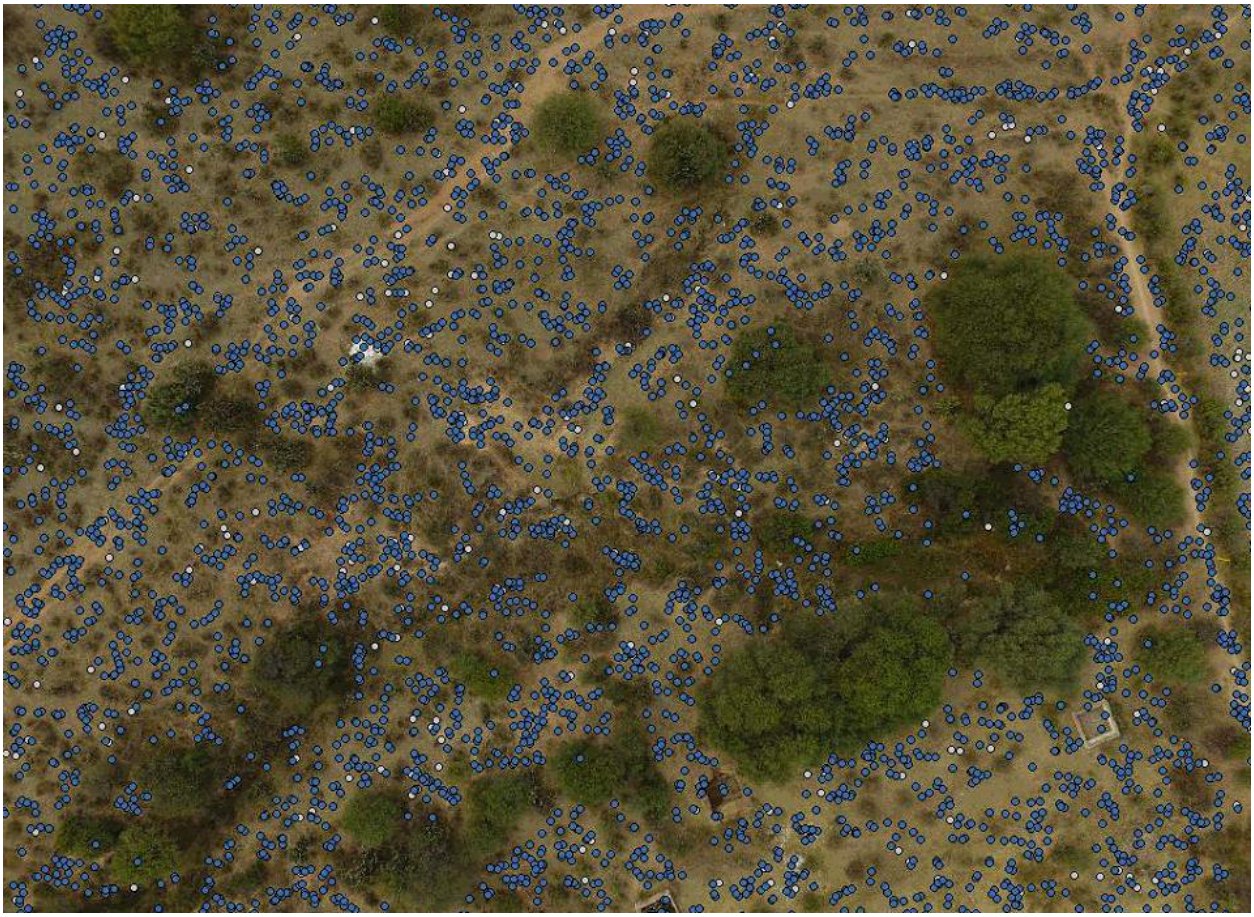


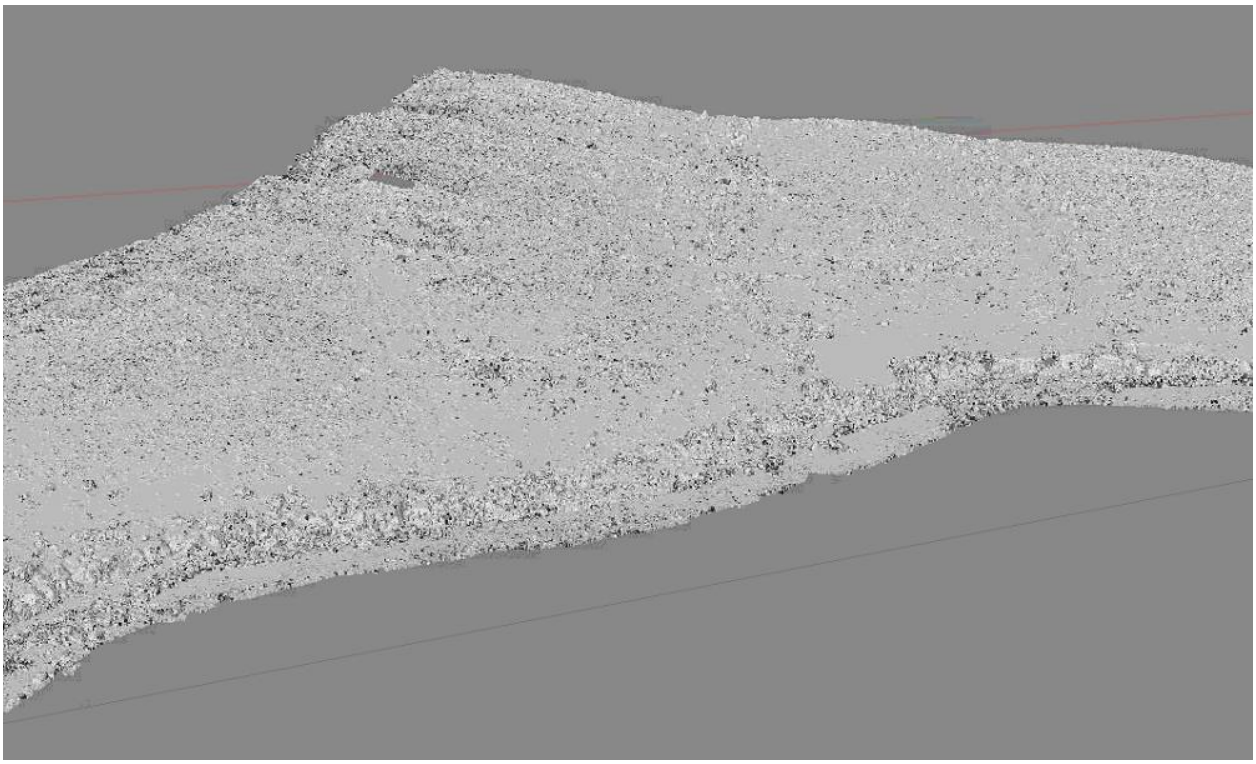
Imagen 8-20 Puntos de Liga en la Aerotriangulación

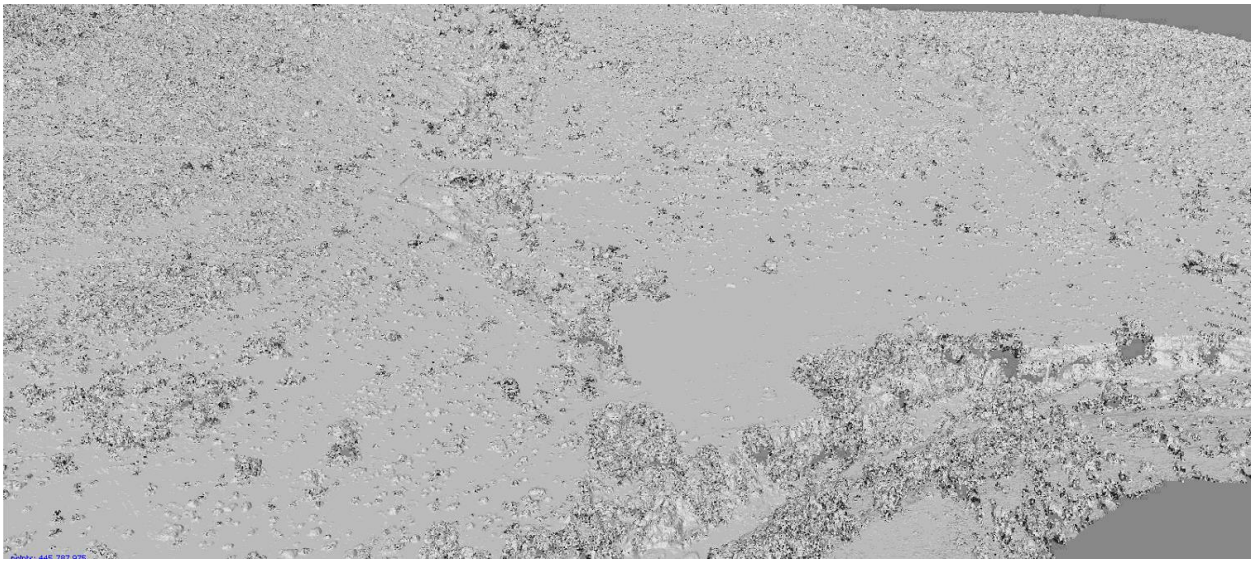
Fase 3 – Generación de nubes superdensas de puntos

Una nube superdensa se define como una construcción de puntos x,y,z con una densidad superior a los 100 puntos por m2 . El método para calcularla y generarla es un complemento de las fórmulas y procedimientos mostrados en el apartado 4.c.

A partir de las nubes superdensas de puntos, se crearon triangulaciones para la generación de modelos tridimensionales de los levantamientos relacionados. Estas superficies tridimensionales

se exportaron como mallas regulares con atributos de elevación en archivos ráster para su análisis en Sistemas de Información Geográfica.





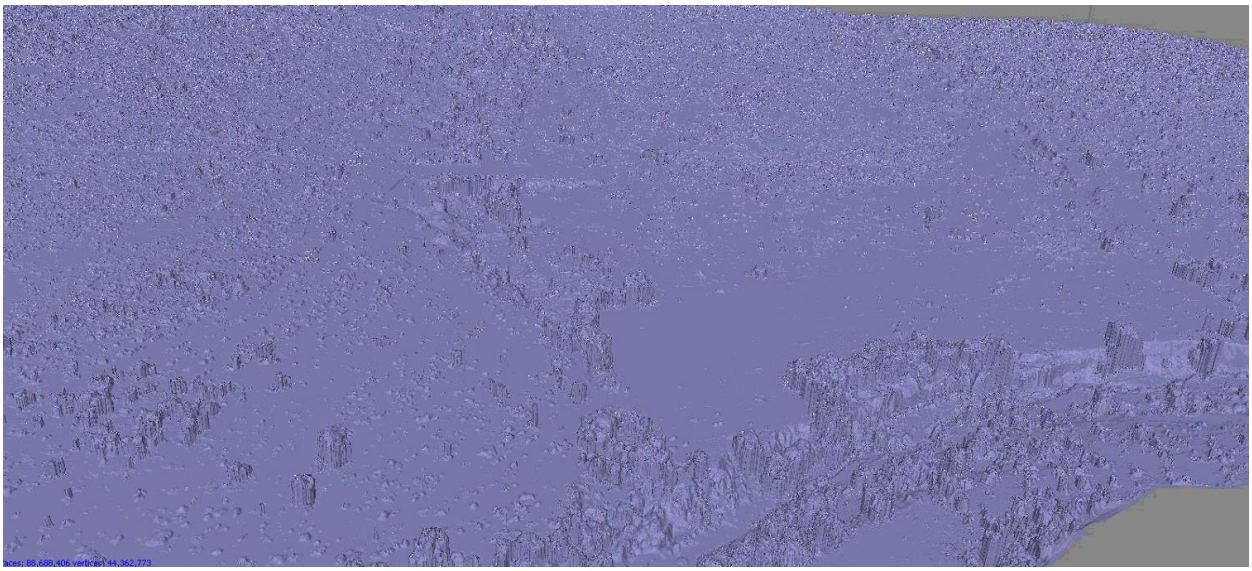


Imagen 8-21 Superficie MESH

8.7.12 Resultados del vuelo fotogramétrico

Nubes de puntos .LAS

Las nubes de puntos resultantes se almacenaron en un formato denominado “LAS”, de tipo binario, que corresponde a un estándar abierto para el intercambio de datos de LiDAR (Light Detection and Ranging -detección por luz y distancia-), cuyo uso es alternativo a formatos de sistemas propietarios y genéricos de intercambio ASCII.

La principal ventaja de manejar archivos de nubes de puntos en formato LAS resulta en que, al ser de tipo binario pueden ser leídos por el importador de forma más rápida y eficaz.

LAS permite almacenar atributos de los puntos 3D, como son coordenadas X,Y,Z, clasificación de superficies (filtrado entre puntos que se encuentran a nivel de terreno y por encima de este como árboles o edificios), número de retorno, tiempo de captura GPS, entre otros.

Es así, como las colecciones de puntos (nubes), se pueden almacenar después de recibir el procesamiento fotogramétrico adecuado para su despliegue y análisis en Sistemas de Información Geográfica.

Cabe destacar que, si bien las nubes de puntos generadas para este estudio no se obtuvieron con un sensor LiDAR, los resultados son similares.

Imagen 8-22 Nube de puntos densa LAS

8.7.13 Ortofotos

Una ortofografía (u ortofoto) es una imagen a nadir sin deformación angular, de escala constante y que cumple con las características para ser considerada como un plano cartográfico.

Las fotografías aéreas y las imágenes de satélite otorgan un panorama general de una porción del territorio de forma clara y directa, convirtiéndose en un insumo básico para generar información cartográfica.

En el caso de las fotografías aéreas, no es posible trabajar directamente sobre ellas, ya que presentan deformaciones geométricas, generadas por el lente y posición de la cámara al momento de la toma, así como por la velocidad de la plataforma que transporta al sensor, entre otros factores.

El proceso fotogramétrico conocido como orto-rectificación se encarga de darle tratamiento a las fotografías, hasta obtener ortofotos rectificadas, corregidas geométrica y radiométricamente y con geo-referencia.

Las ortofotos son de gran ayuda para aquellas disciplinas que tienen como objetivo el análisis y aprovechamiento racional de los recursos naturales. Se utilizan para apoyar estudios de Geografía y Cartografía, Suelos, Agricultura, Bosques, Catastro rural y urbano, vías terrestres, planeación y ordenamiento territorial, etc.

Imagen 8-23 Ortofoto generada